IRRIGATION PÉRENNE ET PROTECTION CONTRE L'INONDATION EN EGYPTE

RAPPORTS

DE LA

COMMISSION TECHNIQUE SUR LES RÉSERVOIRS

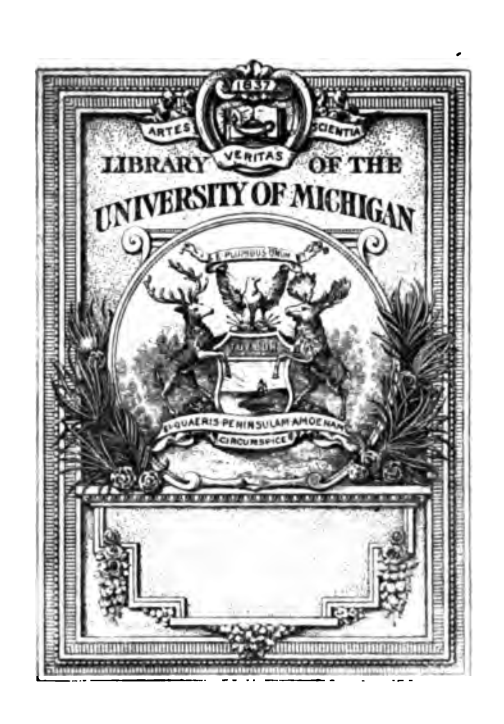
ET

NOTE PAR W. E. GARSTIN,

SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT AU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS



LE CAIRE
IMPRIMERIE NATIONALE
1894


1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

IRRIGATION PÉRENNE ET PROTECTION CONTRE L'INONDATION EN EGYPTE

RAPPORTS

DE LA

COMMISSION TECHNIQUE SUR LES RÉSERVOIRS

ET

NOTE PAR W. E. GARSTIN,

SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT AU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS



LE CAIRE

IMPRIMERIE NATIONALE

1894

NOTE PAR W. E. GARSTIN

SOUS-SECRÉTAIRE D'ÉTAT AU MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

A Son Excellence NUBAR PACHA,

Président du Conseil des Ministres.

Excellence,

J'ai l'honneur de soumettre à votre appréciation les rapports présentés par la Commission technique que le Gouvernement avait nommée pour examiner les différents projets d'emmagasinement des eaux du Nil.

J'ai joint à ces rapports une note personnelle dans laquelle je formule mon conseil définitif au Gouvernement sur cette question.

Connaissant, comme je le connais, le vif intérêt que Votre Excellence a toujours pris aux progrès de cette question si importante, dès le premier jour de ses origines jusqu'aujourd'hui, c'est avec une grande satisfaction que je lui présente ce rapport. L'achèvement des études nécessaires nous fait faire un pas de plus vers le but si essentiel à la prospérité de l'Egypte, je veux dire l'établissement d'un réservoir du Nil.

J'ai l'honneur d'être,

De Votre Excellence,

Le très obéissant serviteur,

W. E. Garstin.

Le Caire 17 mai 1894.

NOTE

SUR LES

RAPPORTS DE LA COMMISSION TECHNIQUE

1. — La présente note sera aussi succincte qu'il est en mon pouvoir de la rédiger, et elle comprendra simplement le résumé des propositions de la Commission ainsi que mon conseil définitif au Gouvernement. En écrivant cette note, ma tâche a été grandement simplifiée, grâce à la forme très claire et très intelligible sous laquelle la Commission a présenté son rapport.

La Commission Technique.

2. — La Commission technique composée de
Sir Benjamin Baker, K. C. M. G.,
Monsieur Auguste Boulé,
Signor Giacomo Torricelli,
se réunit au Caire le 26 février et partit le jour suivant pour le Fayoum et la Haute-Egypte. Comme son rapport l'explique, elle examina tous les emplacements proposés par M. Willcocks pour l'établissement d'un réservoir, et inspecta toute la vallée du Nil qui s'étend entre Guirguèh et la deuxième cataracte. A son retour au Caire, le 23 mars, elle commença à préparer son rapport. Comme on le verra, les trois membres de la Commission qui étaient d'accord sur un certain nombre de points rédigèrent un rapport commun y relatif, qu'ils présentèrent le 10 avril. Sur les autres points, MM. Baker et Torricelli, qui d'un bout à l'autre étaient en accord complet, présentèrent leur rapport le 10 avril, tandis que M. Boulé qui différait complètement d'opinion avec ses collègues sur certains points, soumit, le 18 avril, un rapport séparé.

Pour faciliter les références, je répéterai ici les cinq questions que j'ai posées (voir page 8 de ma note antérieure) à la Commission pour qu'elle veuille bien les examiner, et qui sont les suivantes :

1° Projet de construction d'un barrage en un point choisi sur le Nil entre Ouadi-Halpha et le Caire, et établissement d'un réservoir dans la vallée même du fleuve.

2° Projet d'établissement d'un réservoir d'emmagasinement dans la dépression du Ouadi-Rayan, dans les déserts.

3° Examen de tous les dessins, plans et estimations que nous avons préparés pour les divers projets.

4° Émettre une opinion sur la question de savoir si les conditions sanitaires du pays seront modifiées, en quelque manière, par l'emmagasinement d'une masse d'eau telle que celle qu'on se propose d'emmagasiner.

5° Faire un choix parmi les divers projets soumis, et en donner information au Gouvernement égyptien.

port la ision.

3. — Sur les quatre premières questions ci-dessus mentionnées, l'opinion de la Commission est presque unanime. Sur la cinquième, il y a divergence d'opinions. La majorité de la Commission, composée de MM. Baker et Torricelli, était, comme on l'a déjà dit, complètement en accord, aussi fit-elle un choix définitif parmi les projets soumis à son examen, M. Boulé différant pleinement de vue avec ses collègues, en donna les raisons avec force détails dans une note séparée et rédigée par lui-même.

Les points sur lesquels la Commission technique fut unanime, peuvent être présentés comme suit :

a. La question du réservoir du Ouadi-Rayan.

b. Que la vallée du Nil elle-même est mieux appropriée pour l'établissement d'un réservoir que le Ouadi-Rayan.

c. Que le barrage-réservoir ne devra pas être plein, mais traversé par de nombreuses ouvertures, celles-ci étant réglées à l'aide de portes, et susceptibles de livrer entièrement passage au débit du Nil en crue.

d. Qu'il n'y aucune difficulté, au point de vue de l'art de l'ingénieur, qui soit insurmontable ni dans la construction d'un tel barrage ni dans les moyens d'assurer sa stabilité permanente.

e. Qu'il n'y a, au point de vue sanitaire, aucune objection à élever contre l'établissement d'un semblable réservoir.

ıyan.

4. — Les membres de la Commission ont prêté toute leur attention à cette question, tant sur le terrain que pendant les séances. Ils ont entendu et examiné l'exposé des vues de M. Cope Whitehouse sur le sujet. On trouvera cet exposé tout au long dans le procès-verbal de la séance du 27 mars. Les conclusions auxquelles arrive la Commission sont celles-ci :

Elle accepte la méthode de remplissage et de vidange du réservoir comme nous l'avons tracée, et aussi la direction du canal proposée par nous, mais elle considère la largeur de celui-ci, même après l'élargissement que j'ai indiqué, comme insuffisante, et elle recommande que cette largeur soit portée de 61 à 70 mètres. Elle considère aussi comme trop bas les prix unitaires adoptés par M. Willcocks pour les travaux, et confirme ainsi les doutes que j'ai exprimés dans les pages 35 à 41 de ma note antérieure. Le coût du projet du Ouadi-Rayan, suivant l'estimation qui en a été faite par la Commission, serait de L. E. 3,707,880; en regard de mon estimation s'élevant à L.E. 2,718,420, c'est donc une augmentation sur cette dernière évaluation de L. E. 989,460.

Pour ce qui a trait au temps nécessaire à l'exécution des travaux et au remplissage du réservoir, la Commission est à peu près d'accord avec nous, bien qu'elle pense qu'il soit possible que la construction de ce réservoir occa-

sionne par le fait des infiltrations, des marais dangereux pour la province du Fayoum. M. Cope Whitehouse a prié la Commission de donner son avis sur la possibilité d'utiliser le Ouadi-Rayan comme bassin de réception des eaux de drainage, et de convertir le Ouadi-Lulu en un réservoir distinct. Les membres, toutefois, pensaient que les projets ci-dessus ne rentrent pas dans le cadre des questions qui leur sont soumises, lesquelles se rapportent seulement à l'établissement d'un réservoir dans le Ouadi-Rayan.

5. — En ce qui concerne le côté sanitaire de ce projet, la Commission partage les vues de Rogers pacha, à savoir que l'établissement d'un réservoir dans le désert de Rayan ne pourrait qu'avoir les meilleurs effets sur les conditions sanitaires du pays. En ce qui touche à la présence du sel dans l'eau, elle est aussi de l'avis de Rogers pacha. Finalement, elle partage les doutes que j'exprime à la page 39 de ma première note, à savoir si le réservoir réussira pleinement à procurer l'augmentation de débit que l'on recherche pendant la seconde moitié du mois de juillet, en supposant que la venue du flot de crue soit tardive et que cette eau ne puisse atteindre et surmonter l'eau du réservoir.

Avant de laisser le sujet du Ouadi-Rayan, je dois exprimer ici mes regrets que M. Cope Whitehouse n'ait pas cru devoir accepter l'invitation que je lui ai faite d'accompagner les membres de la Commission pendant la visite de l'emplacement en question.

Réservoirs dans la vallée du Nil.

6. — Au paragraphe 3, j'ai déjà fait connaître en détail les points sur lesquels la Commission est unanime dans la question qui se rattache aux réservoirs de la Nubie. Au paragraphe 31 et jusqu'à 34 du rapport commun des membres de la Commission, ces points ont été si succinctement et si clairement traités, après avoir été extraits eux-mêmes de nombreux procès-verbaux dont ils sont la substance, que je n'essaierai pas de les condenser encore. La Commission accepte tout ce que nous avons dit sur la nécessité d'avoir un barrage pourvu de nombreuses vannes, et elle partage entièrement les vues de M. Willcocks sur ce point. Elle est aussi de son opinion, savoir qu'un barrage plein semblable à celui que M. Prompt a proposé en 1890 causerait inévitablement le rapide envasement du réservoir et dépouillerait les eaux de crue d'une grande partie des éléments fertilisateurs qu'elles tiennent en suspension ; ce serait autant de perdu pour les cultures de l'Egypte.

La Commission, en outre, opine avec M. Willcocks que la période la plus favorable pour l'emmagasinement de l'eau, est l'hiver, après le passage des eaux de crue. La Commission exprime cette opinion, qu'avec un emplacement approprié on peut construire un barrage traversé par un nombre suffisant d'ouvertures pour permettre le passage des crues du Nil. Elle poursuit en disant qu'au point de vue de la science de l'ingénieur, il n'y aurait aucune difficulté à construire un semblable barrage dans la vallée du Nil et à assurer sa stabilité permanente.

Relativement à la question sanitaire que la construction d'un barrage-réservoir soulève, la Commission accepte à l'unanimité les vues que Rogers pacha, directeur général des Services sanitaires, a exposées dans sa note sur ce sujet, et elle est d'avis que l'emmagasinement de cette eau, si l'on prend des précautions pour prévenir sa pollution, serait un avantage pour l'Egypte au point de vue de la santé publique.

Choix du meilleur emplacement pour un réservoir.

7. — Sur ce qui précède, comme je l'ai déjà dit, la Commission est unanime. J'arrive maintenant à la question qui, sous bien des rapports, est de toutes la plus importante, c'est-à-dire le choix à faire parmi les différents projets préparés et soumis par nous à l'examen de la Commission. La majorité de la Commission, MM. Baker et Torricelli, sont en complet accord sur ce point et ont accepté définitivement un projet parmi ceux qui ont été présentés. Elle propose, toutefois, certaines modifications du projet primitif, modifications qu'elle considère comme devant ajouter à la stabilité du barrage. Le troisième membre de la Commission, M. Boulé, rejette tous les projets qui ont été soumis à la Commission. En conséquence de cette divergence d'opinions, deux rapports distincts ont été rédigés par ces messieurs, l'un par M. Boulé et l'autre par Sir B. Baker et M. Torricelli.

Note de M. Boulé.

8. — Je commencerai par la note de M. Boulé. Etant donné que M. Boulé consacre une partie considérable de son rapport à faire certaines observations sur la manière dont il a été avisé de l'objet de la mission qui lui a été offerte, et sur la manière dont les travaux de la Commission ont été conduits, je répondrai très brièvement à ses critiques avant d'aborder cette partie de la question technique dont il entreprend la discussion. Il s'étend très longuement sur ce fait que s'il avait reçu, en son temps, ma note imprimée, il n'aurait pu accepter la mission qui lui était offerte, parce que les cinq questions qui y sont spécifiées et sur lesquelles on lui demandait son avis, restreignaient beaucoup trop le champ des délibérations de la Commission, et le forçaient, dit-il, de faire un choix parmi des projets trop sommairement expliqués dans les rapports du Gouvernement. et trop sommairement représentés sur les plans et les dessins soumis. Je ne puis qu'exprimer mes regrets, à l'endroit de M. Boulé, que les documents dont il est parlé ci-dessus n'aient pu lui parvenir que trois jours avant son départ de France. J'avais fait de mon mieux, cependant, pour que ces documents lui parvinssent à temps, puisque les premières copies lui furent envoyées. à lui et à ses collègues, dès les premiers jours de leur publication. Si, d'ailleurs, il n'était pas parti plus tôt qu'il n'était absolument nécessaire, et s'il n'était pas arrivé en Egypte quatre jours avant la date à laquelle la Commission avait été convoquée, il eût pu, peut-être, avoir le temps d'étudier ma note et de refuser la mission. Toutefois, si j'ai beaucoup à exprimer mes regrets en ce qui concerne M. Boulé pour les ennuis que je lui ai causés sans

intention, mes regrets sont bien adoucis par le sentiment de satisfaction que j'éprouve à constater que le Gouvernement égyptien n'a pas été privé du bénéfice de son expérience et de son conseil.

9. — M. Boulé semble prendre quelque ennui de ce que, à son avis, les membres anglais et italien de la Commission ne possèdent pas la langue française. Il est certain qu'il est regrettable que les trois membres de la Commission n'aient pu parler une commune langue, mais il était presque impossible d'espérer obtenir ce résultat, et le Gouvernement égyptien, dans son choix des membres de la Commission, a été dominé par la considération que ceux-ci étaient des ingénieurs éminents plutôt que de purs linguistes. De petites difficultés, ceci est de règle, apparaissent partout où des experts de nationalités différentes sont asssemblés et discutent. Le Gouvernement a fait tout ce qui était en son pouvoir de faire pour amoindrir cet inconvénient, en désignant comme secrétaires et interprètes de la Commission M. Ferdinand Roux et, avec lui ensuite, M. Arnold Perry, qui tous les deux ont une grande connaissance des langues.

Je ne peux m'empêcher d'exprimer mes regrets sur le ton que, d'un bout à l'autre de son rapport, M. Boulé a cru devoir adopter quand il parle de M. Willcocks. Il est vrai qu'il critique aussi en toute liberté ses collègues, mais ces messieurs sont parfaitement en position soit de répliquer, soit d'ignorer ses observations selon qu'ils le jugent à propos. En ce qui concerne M. Willcocks, qui suivait seulement les séances de la Commission lorsqu'il était invité à le faire par l'un des membres, Sir B. Baker et M. Torricelli, m'assurent qu'il a su dominer admirablement son tempérament, du commencement à la fin, et cela dans des circonstances qui ont dû, fréquemment, être très difficiles.

Finalement, M. Boulé s'épuise en efforts pour prouver, bien que ses collègues eux-mêmes certifient le contraire, que la Commission a rejeté chacun des projets soumis à celle-ci par les ingénieurs du Gouvernement égyptien. Il insiste tellement sur ce point, qu'il ne répète pas moins de huit fois la même assertion en différents points de sa note. Sir B. Baker et M. Torricelli, semble-t-il, avaient presque pressenti que M. Boulé renouvellerait cette affirmation, car, avec une égale persistance, ils insistent sur le fait qu'ils ont accepté le projet du Gouvernement, et qu'ils proposent certaines modifications simplement pour améliorer le projet et non pour l'altérer. Ils disent en outre : « Le Gouvernement est en présence d'un bon projet et digne de toute considération, un projet que même le membre de la Commission en désaccord avec elle, dit être réalisable. »

Critiques des propositions du Gouvernement par M. Boulé

10. — Je tournerai mon attention maintenant sur les parties de la note de M. Boulé qui sont purement techniques. Après de minutieuses recherches d'un bout à l'autre de cette note, j'ai de la peine à trouver quelque proposition définitive. Il y a beaucoup de généralités mais nul projet unique et détaillé dont

nous puissions nous emparer pour le discuter sérieusement. M. Boulé, bien que ne concédant pas que les propositions du Gouvernement aient été acceptées même en partie, admet que les plans, tels qu'ils ont été modifiés par Sir B. Baker et M. Torricelli, sont possibles dans l'exécution ; il est vrai qu'il infirme cette adhésion en disant : « Ils sont possibles comme toute chose est possible, si l'on ne tient pas compte de la dépense ». En même temps, un grand point est acquis par cette adhésion, bien qu'elle soit donnée à contre-cœur ; elle corrobore le fait que la Commission est unanime à considérer le barrage tel que le proposent MM. Baker et Torricelli, comme un projet praticable. De même encore M. Boulé étant d'accord avec ses collègues pour rejeter également les deux emplacements de Kalabcha et de Silsilèh comme n'étant pas appropriés pour la construction d'un barrage qui rélèverait le plan d'eau de 25 mètres, de même, dis-je, il s'ensuit encore, que la Commission est d'avis et à l'unanimité, que la cataracte d'Assouan, ainsi que l'a suggéré M. Willcocks, est le seul emplacement possible pour un barrage unique du genre de celui que l'on propose. M. Boulé, il est vrai, refuse absolument de considérer l'emplacement d'Assouan comme un emplacement possible, et il base ses objections contre cet emplacement, uniquement sur ce considérant que si l'on construit un barrage en cette endroit, le temple de Philœ sera submergé, ou devra être déplacé; c'est ainsi qu'il dit : « J'ai déclaré que je ne saurais m'associer à aucune proposition de submerger, ou même de modifier d'une manière quelconque les anciennes constructions qui se trouvent dans l'île de Philœ. »

11. — Les objections de second ordre qu'il formule à propos de l'ouvrage lui-même, ainsi que le mentionne le procès-verbal du 15 mars, ont été levées avec force détails à l'appui par Sir B. Baker et M. Torricelli. Néanmoins, M. Boulé, dans son rapport, ajoute encore quelques autres objections. Il attache une grande importance à la possibilité du danger qui menacerait la stabilité du barrage et qui résulterait des dilatations et des contractions des tuyaux en fonte lorsque ceux-ci seraient, pendant l'été, exposés à la radiation solaire, et aussi à l'action destructive de l'eau à la sortie de ces tuyaux et dans sa chute sur le lit rocheux du fleuve. Je pense que de telles craintes sont exagérées, et cela surtout parce que les tuyaux seront formés de divers tronçons de $1^m\,{}^1/_4$ de longueur, et qu'ils seront en outre sous l'eau durant la saison la plus chaude de l'année. En même temps, il y aurait entière possibilité de se mettre à l'abri de toute inquiétude, en construisant comme l'a suggéré M. Willcocks, un barrage auxiliaire plein et très peu élevé, à l'aval du barrage principal. Par ce moyen, les tuyaux seraient constamment tenus sous l'eau et en même temps un matelas d'eau serait ainsi assuré, brisant les efforts du courant à la sortie des tuyaux. Ce moyen a été employé avec un plein succès dans les barrages-réservoirs de Betwa et de Nira, aux Indes. M. Boulé s'élève avec énergie contre la submersion de la Nubie qui résulterait de la construction de ce barrage. M. Boulé s'étend tout au

long sur la submersion possible de surfaces cultivées et de villages florissants, se mettant ainsi en contradiction flagrante avec M. Prompt qui, page 10 de sa note sur le «Caire port de mer» critiquant les chiffres que M. Willcocks a prévus pour indemnisation, s'exprime ainsi: « Ce résultat est vraiment extraor. « dinaire pour tous ceux qui savent que depuis Kalabcha jusqu'à Ouadi-Halpha, « la vallée du Nil est entièrement déserte ». En dépit de son opinion, mentionnée ci-dessus, M. Boulé, avec une inconséquence étrange, plaide, comme une des nombreuses idées qu'il a ébauchées, en faveur de la construction de trois barrages de grande hauteur, y compris celui de Kalabcha, pour relever le plan d'eau jusqu'à la cote 118^{m}.00, cote maxima à laquelle j'ai proposé moi-même d'élever le barrage sur cet emplacement. Pour ce qui concerne les habitants de la Nubie, s'ils doivent subir une inondation complète, il leur serait absolument indifférent, j'imagine, que ce résultat provînt de l'établissement d'un barrage unique ou de trois barrages. Il est de fait, d'ailleurs, que nous pouvons éventuellement préjuger que la prospérité de la Nubie sera grandement accrue à la faveur de cette inondation annuelle. M. Boulé se plaint encore de ce qu'aucun moyen n'ait été prévu pour faciliter le fonctionnement des portes-vannes sous une retenue moindre que 22 mètres de pression. Page 21 de ma note antérieure, j'ai déjà dit que l'un des traits originaux du barrage que M. Willcocks a dessiné, était de donner la certitude que les portes ne fonctionneraient pas sous les pressions limites. Et pour atteindre ce but, le débouché a été porté de 2,000 à 2,400 mètres carrés.

12. — Je décrirai maintenant les propositions générales diverses faites par M. Boulé, autant du moins qu'il m'a été possible de les découvrir dans son rapport et dans les procès-verbaux. Il ne trace aucune ligne définitive à suivre; et il ne nous a fourni aucune aide dans la discussion de ses propositions en nous indiquant quelques détails utiles tels que des niveaux, des types de fondation etc., etc. Il nous informe seulement « que des ingénieurs familiarisés avec les progrès actuellement réalisés dans la construction des *barrages mobiles* et à l'aide des fondations à l'air comprimé, sauraient construire en tous lieux, des ouvrages de cette sorte, quelle que soit la hauteur, et qu'ils coûteraient beaucoup moins que le projet soumis par mes collègues ». Nous serions en droit de souhaiter quelque chose de plus précis que ce qui précède. Ce qui suit est l'exposé des idées générales de M. Boulé sur les projets de barrages possibles. **Propositions de M. Boulé.**

a. Une succession de « barrages mobiles » de faible hauteur, entre le Caire et Silsilèh.

b. Une succession de « barrages mobiles » de moyenne hauteur à Silsilèh, Assouan et Kalabcha.

c. Une succession de 3 « barrages mobiles » de grande hauteur, à Assouan, Philæ et Kalabcha.

d. Une succession de « barrages mobiles » de moyenne hauteur, sur la 1re, la 2me, la 3me cataracte et celles plus au sud. Les trois premières propositions

ont été si complètement détruites par MM. Baker et Torricelli dans les parag. 16 et jusqu'à 22 de leur rapport séparé, que je n'ai rien de mieux à faire que de renvoyer à leurs opinions consignées dans ces paragraphes. Pour ce qui a trait à la 4me proposition, je peux dire que nous avons déjà examiné de semblables projets et cela autant qu'il était en notre pouvoir. Nous avons pris avec soin des profils en travers et seulement sur cette partie de la 2me cataracte, qui est comprise dans les limites de la frontière égyptienne. Nous avons trouvé que le coût de pareils travaux serait hors de toute proportion avec la quantité d'eau emmagasinée, et cela pour les raisons que j'ai données pages 23 et 41 de ma note antérieure. Il y a, en outre, un fait qui ne saurait être perdu de vue lorsqu'on considère l'établissement d'un réservoir possible au sud de la 2me cataracte, c'est l'absence de toute pierre à chaux entre Assouan et Khartoum (je pourrais dire entre Assouan et l'équateur). Dès lors le coût de ces travaux serait très largement accru à cause de l'obligation de transporter toute la chaux nécessaire depuis les carrières du nord d'Assouan. Je puis dire ici que pendant les quatre années d'études que nous avons consacrées à ces projets, nous avons examiné et discuté complètement tous les systèmes et les idées ébauchés par M. Boulé et plusieurs encore qui, probablement, ne se sont pas présentés à son esprit.

Les résultats de nos études nous forcent à cette conclusion, qu'il n'y a qu'un seul moyen possible d'emmagasiner l'eau économiquement et sans danger dans la vallée du Nil, et ce moyen n'est autre que le système que nous avons proposé, et que, avec des modifications, la majorité de la Commission accepte aujourd'hui. M. Boulé dans les procès-verbaux et même dans son rapport, trouve à redire à M. Willcocks pour la promptitude avec laquelle celui-ci donne ses réponses aux questions. Il oublie peut-être que ces mêmes questions, nouvelles pour M. Boulé, ont, pendant des années, fait l'objet des études des ingénieurs du département des réservoirs.

13. — M. Boulé, finalement, propose d'ouvrir un grand concours d'ingénieurs et de constructeurs européens, afin qu'ils puissent étudier et proposer ensuite une solution du problème dans son entier. Il demande, en outre, qu'un jury international d'ingénieurs soit constitué, dit-il, en prenant pour modèle le Conseil de la Caisse de la Dette publique. Ces messieurs examineraient et en définitive statueraient, sur les différents projets qui leur seraient soumis. Je regrette que la modestie de M. Boulé l'ait conduit à une pareille conclusion. Je suis certain que le Gouvernement égyptien, qui lui avait demandé son avis, aurait de beaucoup préféré que, ayant rejeté tous les projets proposés par ses ingénieurs, il eût présenté, même grossièrement esquissé, un projet définitif et des dessins tirés de lui-même. Je pense qu'il nous accordera que les levés de plans et les nivellements détaillés du fleuve, du Caire à Ouadi-Halfa, que nous avons mis à sa disposition, étaient suffisants pour permettre même à un ingénieur ordinaire, et à plus forte raison à un ingénieur d'une capacité

reconnue, comme M. Boulé, de se prononcer sur les dispositions des barrages ouverts qu'il propose, ainsi que sur leur nombre, la hauteur à laquelle ils seraient susceptibles de relever le plan d'eau et leurs lignes générales. Au lieu de cela, comme je l'ai dit, nous avons seulement l'assurance que, de nos jours, des ingénieurs habiles pourraient dessiner aisément des barrages mobiles qui répondraient entièrement aux besoins de l'Égypte. Et quant aux questions, telles que la nature des fondations, les pressions que celles-ci auraient à supporter, le genre de portes que l'on devrait employer, la quantité d'eau qu'il serait possible d'emmagasiner et le coût de parails travaux, elles ont été traitées comme subsidiaires et complètement laissées sans décision, elles n'ont été discutées par M. Boulé que d'une manière très générale.

Rapport de Sir B. Baker et de M. Torricelli.

14. — Heureusement pour le Gouvernement égyptien, Sir B. Baker et M. Torricelli sont allés au fond des questions mentionnées ci-dessus, et c'est leur rapport que j'aborde maintenant. Ils préludent en disant que les études faites par le Gouvernement égyptien pendant quatre ans, et qui ont été complétées par leur inspection personnelle du fleuve, leur permettent de faire un choix immédiat parmi les projets qui leur sont soumis. Et autant que les dessins et aussi l'emplacement le comportent, ils sont d'avis que la sécurité absolue est la considération essentielle. Dans leur opinion, pour garantir cette sécurité, on doit satisfaire aux conditions suivantes :

1° Une roche de fondation solide et incompressible.

2° Une large section du fleuve qui permette de construire un barrage se rapprochant le plus possible des conditions d'un barrage plein, et assure l'égale répartition de l'eau issue des vannes.

3° Une faible profondeur d'eau, et conséquemment une hauteur de barrage relativement peu élevée.

Ils passent ensuite en revue les différents emplacements. Ils rejettent Silsiléh à cause de la qualité inférieure du grès qui forme le lit, et Kalabcha à cause de la section étroite du chenal du fleuve et de la grande profondeur d'eau en cet endroit. Enfin, ils jugent qu'entre Ouadi-Halpha et le Caire, il n'y a nulle place sur le fleuve qui remplisse pleinement les conditions sus-indiquées, si ce n'est l'emplacement proposé par les ingénieurs du Gouvernement, c'est-à-dire la cataracte d'Assouan, à l'aval du temple de Philœ, et ils n'hésitent nullement à recommander l'adoption de cet emplacement. Ils discutent ensuite les lignes générales suivant lesquels un barrage-réservoir doit être dessiné, et concluent en arrêtant qu'un barrage unique, tel que celui que nous proposons, est non seulement le meilleur moyen, mais encore le seul moyen possible d'emmagasiner le grand volume d'eau que l'Egypte réclame. Pénétrant dans le détail des dessins, ils signalent les points sur lesquels ils partagent nos vues, et ceux où ils préféreraient modifier nos propositions. Toutes les modifications qu'ils suggèrent ont pour but d'amener le dessin à être de plus en plus voisin de celui d'un barrage

plein et d'accroître sa stabilité. Et au nom du Ministère des Travaux Publics, qu'il me suffise de dire que nous acceptons de grand cœur leurs propositions modificatrices que nous considérons comme des perfectionnements incontestés de nos propres dessins. Messieurs Baker et Torricelli acceptent pour les vannes le débouché qu'a proposé M. Willcocks ; ils acceptent tous les chiffres de ce dernier, relatifs à la hauteur, à la retenue et à la charge d'eau, et aux dispositions générales. Ils proposent la très importante modification de substituer des tuyaux en fonte aux pierres de taille de granit des ouvertures. En vue d'une plus grande sécurité, ils ont réduit dans leurs calculs la limite des pressions prévue par centimètre carré de surface et ont conséquemment augmenté l'épaisseur de notre section primitive du barrage ; ils ont, de ce fait, augmenté l'épaisseur des piles qui séparent les ouvertures. Toutes ces modifications, comme je l'ai déjà dit, ont été cordialement acceptées par nous comme des perfectionnements de nos propres dessins.

15. — Ces messieurs approuvent comme rationnelle l'estimation revue par M. Willcocks, de 1,855,000 L. E. et qui est basée sur les modifications ci-dessus. C'est une augmentation de L. E. 360,000, soit un peu plus de 25 p.°/₀ en sus de mon estimation primitive de L. E. 1,495,000. Dans les deux estimations, le coût du déplacement du temple de Philæ a été omis. Cette différence ne peut être taxée d'excessive, si l'on a présente à l'esprit l'importance des travaux. Finalement, MM. Baker et Torricelli montrent que, en comprenant le coût du déplacement du temple et en y ajoutant le prix des travaux supplémentaires nécessaires et pour lesquels ils acceptent les chiffres consignés dans mes premiers rapports, le coût total des travaux serait:

Barrage à Assouan	1,855,000 L.E.
Déplacement du temple de Philœ.....	200,000 »
Travaux supplémentaires d'irrigation.	3,001,000 »
Total...	5,056,000 L.E.

En admettant que le réservoir puisse emmagasiner 2,550,000,000 de mètres cubes d'eau, le prix par mètre cube s'élevera à $^1/_5$ de piastre, soit moins de la moitié du coût de la fourniture obtenue avec le projet du Ouadi-Rayan, coût qui, ainsi qu'il est indiqué dans le rapport commun de la Commission, arrive à $^1/_2$ piastre par mètre cube d'eau emmagasinée.

Critique par Sir B. Baker et par M. Torricelli des propositions de M. Boulé.

16. — Après avoir établi leur opinion sur la question des barrages-réservoirs, la majorité de la Commission répond aux critiques que M. Boulé a faites de ses propositions, et montre clairement que ces critiques n'ont aucun fondement sérieux, autant en ce qui a trait à la longueur du barrage prétendue excessive, à la vitesse dangereuse de l'eau dans les ouvertures, qu'à une retenue dangereuse du fleuve en crue. Ils examinent les systèmes généraux indiqués par

M. Boulé, et, entrant dans les détails, ils prouvent que pour ce qui se rapporte au coût, à la stabilité, à la capacité d'emmagasinement de l'eau, à la valeur des dessins, ces systèmes sont de beaucoup inférieurs au projet de barrage unique tel qu'ils l'ont accepté, et que le seul système (voir *c*, § 12, p. XIII) proposé par M. Boulé, qui puisse réellement emmagasiner tout le volume d'eau nécessaire est absolument dangereux.

17. — La majorité de la Commission conclut en disant qu'elle recommande un barrage unique traversé par de nombreuses ouvertures comme la solution la meilleure et la plus sûre du problème des réservoirs. Elle accepte la cataracte d'Assouan comme le meilleur et aussi comme le seul emplacement praticable pour la construction d'un semblable barrage. Elle insiste sur ceci que ce serait une grande perte de temps pour le Gouvernement d'avoir à faire d'autres études pour rechercher le meilleur type de dessin ou le meilleur emplacement, car elle a la conviction qu'il n'en existe pas d'autre. **Conclusions de Sir B. Baker et de M. Torricelli.**

18. — Sir B. Baker et M. Torricelli ont discuté avec tant d'habileté et si complètement toutes les questions soumises à la Commission, que j'ai peu de chose à ajouter. Je ne puis que me porter garant de tout ce qu'ils ont dit à propos du barrage unique d'Assouan, projet que M. Willcocks a présenté et qui a été approuvé par moi. J'exprime ma grande satisfaction de voir que nos propositions ont reçu l'approbation d'hommes aussi éminents dans leur profession que les deux ingénieurs susdits. Relativement aux modifications proposées par eux, modifications qui ont certainement ajouté aux conditions de stabilité du barrage, le Gouvernement Egyptien doit se sentir pleinement satisfait, avant de s'être arrêté de son propre chef à un projet quelconque, d'avoir obtenu l'opinion de deux hommes aussi distingués. Je conclus en adressant mes plus sincères remerciements aux trois membres de la Commission, pour la manière avec laquelle ils ont consacré leur temps et leurs travaux à la préparation des rapports substantiels dont ils nous ont favorisés. **Conclusions.**

19. — J'arrive, en dernière analyse, à cette partie du sujet qui, à n'en pas douter, est pour un grand nombre de personnes, la question la plus importante, de même qu'elle est la plus difficile de toutes celles que l'on avait à résoudre. **Temple de Philæ.**

Je puis dire de suite, après la lecture du rapport de MM. Baker et Torricelli, que je partage entièrement cette opinion, qui est la leur, que la cataracte d'Assouan est le seul emplacement possible pour un barrage-réservoir, et, en outre, qu'un barrage unique de hauteur suffisante pour emmagasiner l'eau dont a besoin l'Egypte, est la seule solution possible du problème des réservoirs, autant du moins que le comporte cette partie de la vallée du Nil qui s'étend entre le Caire et Ouadi-Halpha. Le Gouvernement Egyptien doit donc décider, soit de construire un barrage unique à Assouan, soit d'ajourner tout à fait la

question, jusqu'à ce que cette partie du fleuve qui s'étend au sud de la frontière égyptienne actuelle, ait été entièrement explorée et étudiée. Si sa décision est en faveur de la première solution, il doit aussi décider ce qui devra advenir du temple de Philæ. En ce qui touche ce côté de la question, j'ai peu à ajouter à l'opinion que j'ai exprimée à ce sujet dans ma note antérieure.

Lorsque j'écrivis ma première note, je pensais et j'espérais qu'il existait des emplacements pouvant s'équivaloir; mais le rapport de MM. Baker et Torricelli montre clairement que tel n'est pas le cas, et que si l'on construit un barrage, il ne peut être construit qu'à Assouan. Ceci resserre la question dans de très étroites limites et laisse le Gouvernement égyptien face à face avec ce problème : Que doit-on faire de Philœ ? Si l'on construit le barrage à Assouan, il faut élever, ou déplacer ou submerger le temple. J'ai déjà suggéré son transfert sur l'île de Bigèh, et Sir B. Baker propose de l'élever à une hauteur telle, qu'il soit au-dessus du niveau des plus hautes eaux d'inondation. M. Somers Clarke, l'archéologiste bien connu, a suggéré une troisième combinaison ; il s'agirait, si le temple reste en place et que l'on construise un barrage qui le submergera annuellement, de procéder à des études et à des recherches archéologiques complètes dans la Nubie. On ferait des études et des plans exacts de tous ces vestiges intéressants que pourrait submerger le réservoir ; tels de ces monuments qu'il serait possible de transporter seraient déposés au muséum du Caire, et, au cas où la submersion de pareilles reliques serait jugée inévitable, nous aurions fait tout ce qui est en notre pouvoir pour en conserver le souvenir et préserver ainsi de l'oubli ces formes admirables. Pour mettre à exécution ce que je propose, je suggérerais qu'on priât M. de Morgan d'entreprendre le travail ; on lui allouerait une somme de 50,000 L.E. qui serait à ajouter au prix d'évaluation du barrage et qui couvrirait les dépenses nécessaires.

20. — C'est naturellement au Gouvernement Égyptien à se prononcer sur ce point-ci, et je lui en laisse le soin. C'est à lui de peser exactement le sentiment qui se lie à cette question du temple et de ses alentours, et, d'autre part, les bienfaits qui résulteront pour le pays en général de la construction du réservoir. J'espère, toutefois, que nous, ses conseillers, qui malheureusement avons été contraints de prendre une position dans laquelle il est de notre devoir de recommander une œuvre qui implique la possibilité de dommages à l'un des plus beaux monuments du monde, nous serons acquittés, sinon à cette heure, par l'avenir du moins, d'avoir agi ainsi d'un cœur léger et sans regret.

W. E. Garstin.

RAPPORT

DE LA

COMMISSION TECHNIQUE

DÉSIGNÉE

POUR EXAMINER LES PROJETS DE RÉSERVOIRS

RAPPORT

DE LA

COMMISSION TECHNIQUE POUR EXAMINER LES PROJETS DE RÉSERVOIRS

A Son Excellence RIAZ PACHA,

Président du Conseil des Ministres.

Excellence,

1. — Nous avons l'honneur de porter à votre connaissance que, conformément aux instructions qui nous ont été transmises par le Sous-Secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics, nous avons visité en personne les différents emplacements proposés pour les réservoirs d'emmagasinement dans la vallée du Nil et dans le Ouadi-Rayan. Nous avons examiné avec soin les dessins, plans et estimations préparés par les ingénieurs du Gouvernement pour les divers projets.

2. — On a annexé à ce rapport les procès-verbaux des 18 séances qui ont été tenues, mais la Commission tient à vous faire connaître tout d'abord que, pénétrée de l'immense importance des projets soumis à son jugement, elle a été continuellement, depuis son arrivée en Égypte, occupée en discussions et en recherches concernant ces projets. Mais un rapport complet de tous ses travaux serait trop volumineux ; cependant, il ne faut pas supposer que si quelques détails, ou quelques questions n'ont pas été consignés dans les procès-verbaux ci-joints, ils n'ont pas été pris en considération par la Commission.

3. — Les informations fournies à la Commission par M. le Sous-Secrétaire d'État sont contenues pour la plupart dans un résumé très clair et complet des projets de réservoirs daté du 27 décembre 1893, et dans un

important rapport sur le même sujet par M. W. Willcocks, Directeur général des réservoirs, daté du 25 novembre 1893, et suivi de treize annexes et de 29 planches de dessins.

4. — M. le Sous-Secrétaire d'État dans le rapport mentionné, a modifié quelques-unes des propositions primitives et soumis les projets ainsi amendés au Gouvernement, en faisant remarquer que, malgré toute la confiance que l'on doit accorder aux ingénieurs distingués qui ont fait ces travaux, il conviendrait, en présence de la grandeur des intérêts en jeu, de prendre l'avis d'ingénieurs parmi ceux qui se sont le plus occupés de travaux hydrauliques en Europe.

5. — M. le Sous-Secrétaire d'État a proposé, en conséquence, au Conseil des Ministres du Gouvernement égyptien, de réunir au Caire une Commission technique qui serait chargée d'examiner les projets préparés et de donner son avis au Gouvernement égyptien, Commission composée de :

Sir Benjamin Baker, Vice-président de l'Institut des ingénieur civils à Londres;

M. Auguste Boulé, Inspecteur général des Ponts et Chaussées à Paris;

M. l'ingénieur Giacomo Torricelli, Professeur d'irrigation et d'assainissement à l'École supérieure d'agriculture à Portici (Naples).

6. — Le Conseil des Ministres ayant approuvé cette proposition, M. le Sous-Secrétaire d'État demanda aux ingénieurs ci-dessus désignés, par dépêches télégraphiques, en date du 26 janvier 1894, confirmées le lendemain par des lettres officielles, de se rendre au Caire le plus tôt possible après le 20 février : « pour faire partie de la Commission réunie à l'effet d'examiner les projets « d'emmagasinement des eaux du Nil et de donner son avis au Gouvernement « sur ce sujet ».

7. — A la page 8 de sa note, M. Garstin énumère comme il suit les questions à examiner par la Commission :

1° Projet de construction d'un barrage en un point choisi sur le Nil entre Ouadi-Halfa et le Caire, et établissement d'un réservoir dans la vallée même du fleuve.

2° Projet d'établissement d'un réservoir dans la dépression du Ouadi-Rayan.

3° Examen de tous les dessins, plans et estimations qui ont été préparés par le service spécial des réservoirs pour ces divers projets.

4° Emettre un avis sur la question de savoir si les conditions sanitaires du pays seront modifiées en quelque manière par l'emmagasinement de la masse d'eau que contiendront les réservoirs.

5° Faire connaître au Gouvernement égyptien celui des projets que la Commission croira devoir recommander de préférence aux autres.

8. — La Commission se trouvant réunie au Caire, partit le 27 février au matin pour le Fayoum et commença son travail d'inspection des divers emplacements, et pour chacun d'eux examina la nature du terrain et du rocher, soit par ses observations personnelles, soit d'aprés les indications des sondages (voir annexe n° 1, *Le Voyage*).

9. — Les membres de la Commission retournèrent au Caire à la fin de leur tournée d'inspection et continuèrent leurs délibérations à la date du 24 mars au bureau du Ministère des Travaux publics.

10. — L'historique de la question des réservoirs a été brièvement fait dans le rapport de M. le Sous-Secrétaire d'État, dans le passage où il est dit que : « Un ingénieur français distingué, Linant pacha de Bellefonds, déjà dès 1873, signala la porte de Silsilèh sur le Nil comme étant un emplacement approprié pour un barrage régulateur ; un autre Français le comte de la Motte, développa cette même idée et proposa un barrage-réservoir au même endroit. Toutefois, à cause de difficultés financières, rien ne fut fait jusqu'en 1889, époque où M. Prompt, membre français de l'administration des chemins de fer égyptiens, insista auprès du Gouvernement sur la nécessité d'étudier la question. M. Cope Whitehouse a aussi, pendant des années, pressé le Gouvernement avec insistance à propos du projet du Ouadi-Rayan. M. Willcocks fut alors chargé de se saisir du projet dans son ensemble, non seulement en ce qui concerne Gebel-Silsilèh, mais encore en ce qui concerne la vallée du Nil tout entière entre la deuxième cataracte et le Caire ».

11. — Si la construction du barrage du Delta avait été achevée conformément au projet de Mougel bey, on ne peut pas douter que la question de l'emmagasinement de l'eau pour en faire usage pendant l'été, n'eût été depuis longtemps résolue. Mais la hâte avec laquelle le travail a été achevé, et d'autres circonstances de force majeure, n'ont pas permis d'opérer la retenue projetée de $4^{m},50$ et d'utiliser même le débit minimum du Nil pendant l'été. Aujourd'hui, grâce aux travaux de réparation qui ont été faits par les ingénieurs du Gouvernement, le barrage peut retenir l'eau à une hauteur suffisante pour permettre de répartir toutes les eaux disponibles dans les canaux d'irrigation et sur les terrains cultivés. On ne perd plus d'eau dans aucune des branches du Nil, cependant on est encore très loin de pouvoir satisfaire aux demandes des cultivateurs, et, d'après les observations qui ont été faites, le débit du Nil se réduit dans certaines années, à moins de la moitié de son minimum moyen. Dans ces conditions, la question d'emmagasinement des eaux de crue dans un réservoir pour subvenir aux besoins de l'agriculture, est devenue une question d'une importance capitale pour l'Égypte, et même pour tous ceux qui s'intéressent au bien-être du pays.

Après avoir examiné avec soin et discuté les projets préparés par les ingénieurs du Gouvernement, la Commission a formulé son avis dans le rapport ci-joint que nous avons l'honneur de vous adresser.

Veuillez agréer, M. le Ministre, l'hommage de notre profond respect.

Le Caire, 10 avril 1894.

AUGUSTE BOULÉ.

B. BAKER.

G. TORRICELLI.

RAPPORT

DE LA

COMMISSION TECHNIQUE DES RÉSERVOIRS DU NIL

CHAPITRE I.

LE OUADI-RAYAN

12. — D'après les calculs du service des réservoirs, on pourrait prendre chaque année dans le Nil, et envoyer dans la dépression du Ouadi-Rayan, 5 milliards de mètres cubes d'eau pendant la décrue (note de M. Garstin, page 13, renvoi au bas de la page), mais cela exigerait la construction entre le Nil et le Ouadi-Rayan d'un canal de dimensions véritablement excessives.

D'après les dispositions du projet, sur les 1551 millions jugés nécessaires pour la Basse-Égypte seulement, le réservoir ne pourrait conserver, déduction faite des pertes par évaporation, que 1280 millions de mètres cubes d'eau par an, et le débit maximum de $340^{m.3}$ par seconde le 15 juillet (note de M. Garstin, pages 40 et 41), en admettant que les variations des débits du Nil concordent toujours avec la loi indiquée par M. Garstin, (page 39 de sa note).

13. — Les canaux d'alimentation pourraient débiter chaque année 2,500,000,000 de mètres cubes,
et il resterait 2,500,000,000 — 1,280,000,000 = 1,220,000,000 de mètres cubes pour l'évaporation et toutes autres déperditions. Cette réserve est-elle suffisante ? La Commission ne croit pas pouvoir émettre un avis à ce sujet, car si l'on peut à la rigueur évaluer les pertes dues à l'évaporation, il lui paraît tout à fait impossible de prévoir quelle sera l'importance des infiltrations.

14. — La Commission estime que si le Gouvernement acceptait le projet du Ouadi-Rayan, on pourrait adopter les dispositions suivantes : un canal unique pour l'alimentation et la décharge, l'utilisation du Bahr-Youssef comme un auxiliaire de l'alimentation et le tracé du canal par le Bahr-Bélama représenté sur la planche n° 15 du dossier. Admettant que le profil du canal dans la tranchée rocheuse serait conforme au projet, la Commission considère que la perte de charge au moment de la vidange dans cette tranchée sera supérieure à celle de $0^m,40$ prévue dans le projet.

4

15. — Elle pense qu'il est plus sûr d'admettre une perte de charge de 0^m,60 qui nécessitera pour la partie du canal traversant la vallée du Nil, une largeur d'environ 70 mètres au lieu de 61 mètres.

16. — La Commission accepte les pentes admises dans le projet pour les talus du canal dans la vallée du Nil, dans le rocher et dans les marnes salées au-dessous du niveau de l'eau. Au-dessus du niveau de l'eau, toutefois, elle préfère pour la tranchée profonde dans les marnes, des bermes de 2 mètres et des pentes de 2 sur 1, au lieu de 4 sur 1.

17. — La Commission considère que les prix de 2 piastres et 4 piastres par mètre cube, sont respectivement suffisants pour les tranchées dans le sable et dans l'argile. Dans les marnes et le rocher, toutefois, elle considère les prix de 5 piastres et 8 piastres comme étant trop faibles, et propose de les porter respectivement à 6 et 10 piastres, parce que la quantité de déblais à déplacer est très grande et les profondeurs dans les tranchées sont excessives.

18. — La Commission est d'avis que le remplissage de la dépression entre la cote —42.00 et la cote + 27.00, alors que la province du Fayoum s'étend entre les cotes +25.00 et —42.00, pourrait avoir pour conséquences la formation de sources et de marécages dans les terres basses du Fayoum. Ces sources nécessiteraient l'établissement de travaux de drainage spéciaux afin d'amoindrir les dommages que pourraient subir les terres cultivées. La perte d'eau venant du fait des infiltrations causerait des retards dans la durée du remplissage et réduirait la quantité d'eau annuellement utile aux irrigations. La Commission ne peut calculer l'importance exacte de ces pertes; elle pense qu'elles seront d'abord considérables, et diminueront chaque année par le fait du colmatage des petites sources par les eaux limoneuses du Nil, mais que s'il y a des sources importantes (comme cela paraît probable) elles ne diminueront jamais.

19. — La Commission pense que trois années au minimum seraient nécessaires pour l'exécution des travaux. La durée du remplissage dépendra tellement de l'importance des pertes par infiltrations qu'il est impossible de l'évaluer avec certitude. La Commission pense cependant que la nécessité d'étancher les sources avec le limon du Nil et de remplir rapidement le réservoir, obligerait le Gouvernement à diriger pendant très longtemps les eaux limoneuses des crues dans les réservoirs; elle ne peut donc affirmer que le réservoir pourrait fonctionner dans dix ans, même si on donnait aux canaux de plus larges sections.

20. — La Commission est d'avis que l'établissement d'un réservoir dans le désert du Ouadi-Rayan ne pourrait avoir que d'heureux effets sur les conditions sanitaires du pays. En ce qui concerne la quantité de sel qui pourrait se trouver dans l'eau, la Commission adopte l'avis exprimé par Rogers pacha dans sa note de 1894.

21. — La Commission a obtenu de M. W. Willcocks des estimations comparatives du coût des travaux nécessaires pour l'établissement du réservoir du Ouadi-Rayan.

Estimations du réservoir du Ouadi-Rayan.

22. — 1° Estimation approximative faite par le major Brown et adoptée par M. Garstin pour le projet qu'il a proposé :

L. E. 2,718,420.

2° Estimation du même canal basée sur le récent profil en long de M. W. Willcocks, et aux prix mentionnés dans son raport :

L. E. 3,069,750.

3° Estimation du même canal, calculé par M. W. Willcocks, d'après les modifications demandées par la Commission, en ce qui concerne les dimensions et les prix :

L. E. 3,707,880.

23. — Mais à cette somme, il faut ajouter pour le barrage d'Assiout et pour les travaux accessoires d'utilisation de l'eau, L. E. 2,555,000 (1), ce qui donne un total de :

L. E. 6,242,880

sans compter le nouveau canal de drainage parallèle au Bahr-Youssèf, que le major Brown a indiqué dans la dernière phrase de sa note du 15 novembre 1893, appendice X.

La Commission adhère à cet avis du major Brown, mais elle ne possède pas les éléments nécessaires pour indiquer la dépense supplémentaire qu'occasionnerait la construction de ce canal de drainage.

Le prix de revient serait donc de :

$$\frac{\text{L. E. } 6,242,880}{1280 \text{ millions m}^3} = 1/2 \text{ piastre}$$

soit : 0f,125 par mètre cube d'eau emmagasinée. Ce chiffre ne paraît pas trop exagéré à la Commission, mais il lui paraîtrait d'autant plus fâcheux de ne pas pouvoir fournir de l'eau à la Moyenne-Égypte, que les bénéfices annoncés dans les

(1) Somme indiquée par M. Garstin, page 54 de sa note pour le barrage d'Assiout.

rapports présentés à la Commission sont beaucoup plus faibles pour la Basse-Égypte que pour la Moyenne et la Haute-Égypte. Ces bénéfices sont les suivants: (page 15 de la note).

Accroissement du produit des terres.

Basse-Egypte	L. E.	390,000
Moyenne-Egypte....................	»	4,686,000
Haute-Egypte......................	»	4,637,255

Accroissement des impôts.

Basse-Egypte	L. E.	270,400
Moyenne-Egypte	»	571,750

24. — La Commission avant d'arrêter ses conclusions sur le projet du Ouadi-Rayan a cru devoir convoquer M. Cope Whitehouse comme l'avait suggéré M. Garstin (page 43 de sa note). Elle a entendu les explications de M. Cope Whitehouse dans la séance du 27 mars, à la fin de laquelle il a demandé à la Commission d'examiner les cinq questions suivantes :

1° Peut-on utiliser le Ouadi-Rayan pour drainer au moyen d'un canal débouchant dans la dépression Lulu, les provinces avoisinant Béni-Souef, en supposant qu'on ne change rien aux conditions actuelles des cultures par bassins. Dans ce cas, les eaux de drainage s'évaporeraient pendant l'été de même que les eaux de drainage du Fayoum sont recueillies et évaporées dans le Birket-el-Karoun.

2° Dans le cas où les bassins de la Moyenne-Egypte seraient supprimés pour y établir l'irrigation pérenne, il y aurait nécessité absolue de chercher une ligne d'écoulement et pour cela d'utiliser le Ouadi-Rayan.

3° Le Rayan a-t-il une valeur pour diminuer la hauteur des crues dangereuses?

4° Peut-on employer la première dépression (le Ouadi-Lulu), comme réservoir indépendant ou bien en combinaison avec un ou plusieurs des buts indiqués ci-dessus?

5° Laissant de côté la dépense de premier établissement à calculer plus tard, lorsqu'on aura fait un projet complet, peut-on utiliser le Ouadi-Rayan comme réservoir d'emmagasinement des eaux du Nil, en vue d'augmenter les irrigations pérennes?

25. — Le procès-verbal de la séance où M. Cope Whitehouse avait été entendu lui a été communiqué pour qu'il puisse le réviser en complétant au besoin ses explications.

26. — Mais la Commission n'a pas jugé à propos de lui faire connaître sa réponse aux questions qu'il avait posées, réponse qu'elle a formulée comme il suit dans sa séance du 4 avril. Sur les deux premières questions, M. le major Brown (appendice XI, page 21) a reconnu qu'on pourrait utiliser le Ouadi-Rayan pour pourvoir au drainage de la Moyenne-Egypte et à la contrée au sud jusqu'à Sohag; la Commission adhère à cet avis, mais c'est là un projet tout à fait différent de ceux qui lui ont été soumis; l'étude de ce projet est étrangère à sa mission, elle n'a pas les éléments ni le temps nécessaires pour l'étudier et pour calculer la dépense qui serait à faire pour le réaliser, et pour évaluer les avantages qui en résulteraient pour le pays.

Au sujet de la troisième question, on trouve page 42 de la note de M. Garstin que le Col. Ross, le major Brown et M. Foster ont tous étudié la possibilité d'utiliser le Ouadi-Rayan comme réservoir de décharge pour les crues, et que tous ont donné des conclusions défavorables. Le Col. Ross a émis l'avis que tout débit inférieur à 60 millions de mètres cubes par jour au moyen d'un canal d'amenée, et 40 millions de mètres cubes par jour au moyen du Bahr-Youssèf ne seraient d'aucun profit, et M. Garstin, page 42, estime que ce débit équivaudrait au double de la capacité du canal étudié par M. Willcocks. Suivant M. Foster (Appendice XII), il serait nécessaire de diminuer le débit des grandes crues du Nil de 185,000,000 de mètres cubes par jour, pour que la montée maximum ne dépasse pas 24 pics au Caire, et si on envoyait moins d'eau au Rayan on ne diminuerait pas suffisamment les crues dangereuses pour la Basse-Egypte. Le major Brown (appendice XI, page 19), déclare que si l'on utilisait le Ouadi-Rayan comme bassin de décharge des crues, le résultat ne pourrait pas compenser les frais de premier établissement et ensuite les frais d'entretien. La Commission adhère à cet avis, mais en faisant remarquer qu'elle ne possède pas les éléments nécessaires pour calculer les avantages à espérer, ni la dépense de l'ouverture du canal qu'il faudrait ouvrir pour cela entre le Nil et la dépression du Rayan.

La quatrième question exigerait encore l'étude d'un nouveau projet, la dépense comme les résultats espérés seraient moindres que dans les conditions indiquées précédemment, et la Commission ne pourrait avoir d'avis sur ce nouveau projet que s'il avait d'abord été complètement étudié.

Au sujet de la cinquième question, la Commission pense que même en laissant de côté la dépense de premier établissement, on n'aurait pas pu répondre à la question avant de connaître le résultat des études et des nivellements qui ont été faits par les ingénieurs du Gouvernement, mais dans toute question de travaux publics, il est impossible de laisser de côté la question de dépenses de premier établissement; avant d'entreprendre aucune construction, il convient de calculer si le bénéfice à espérer compensera les dépenses.

27. — La Commission estime que le projet de réservoir dans le Ouadi-Rayan préparé par M. Willcocks sur la demande de M. Garstin, ne réaliserait pas le but que le Gouvernement se propose, car le débit du canal tel qu'il a été projeté serait insuffisant. La Commission a indiqué approximativement les dimensions qu'il faudrait lui donner, et d'après la nouvelle estimation établie sur ces bases par M. Willcocks, il faudrait consacrer 6,242,880 L. E. à l'établissement du réservoir du Ouadi-Rayan, de ses canaux et aux travaux accessoires d'utilisation de l'eau dans la Basse-Egypte. Cette somme correspondrait à $^{1}/_{2}$ piastre soit $0^{f},125$ par mètre cube d'eau emmagasinée. Ce chiffre ne serait pas trop exagéré ; néanmoins, la Commission ne saurait pas engager le Gouvernement à transformer le Ouadi-Rayan en réservoir, parce que cela pourrait présenter des dangers pour la province du Fayoum, s'il se produisait des filtrations importantes entre le Rayan et cette province, et aussi parce que ce réservoir ne pourrait fournir de l'eau qu'à la Basse-Egypte, alors que les bénéfices que l'on peut espérer réaliser par suite de la construction d'un réservoir, paraissent devoir être bien plus considérables si l'on développe les cultures d'été dans la Haute et la Moyenne-Egypte, que si l'on se borne à augmenter les irrigations de la Basse-Egypte.

CHAPITRE II.

RÉSERVOIRS DANS LA VALLÉE DU NIL

28. — Les différents projets de construction d'un barrage-réservoir en un point sur le Nil au nord de Ouadi-Halfa, dans le but d'établir un réservoir d'emmagasinement dans la vallée même du fleuve ont été discutés très au long par la Commission, fortement pénétrée de la grandeur des intérêts que ces projets embrassent. Les membres de la Commission regrettent, alors qu'ils sont en accord sur certains points importants, de ne l'être pas sur certains autres non moins importants et de ne pouvoir ainsi présenter un rapport d'un concert unanime. Dans de telles circonstances, on a jugé convenable de diviser le rapport en deux parties, la première partie devant contenir les questions sur lesquelles il y a accord, et la deuxième partie celles sur lesquelles il y a divergence d'opinions.

29. — Cette divergence d'opinions parmi les membres de la Commission s'élève principalement à propos de la dernière des cinq questions qui ont été considérées par la Commission technique et que M. le Sous-secrétaire d'État, dans sa note, précise en ces termes : « Faire un choix parmi les divers projets soumis et en donner information au Gouvernement égyptien ». Sir Benjamin Baker et M. Torricelli n'ont rencontré aucune difficulté à faire le choix dont il est parlé ici, à la condition que certaines modifications qu'ils ont suggérées, soient introduites dans le projet.

M. Boulé ne croit pas qu'il soit possible de faire une proposition définitive avant qu'on ait étudié complètement la question dans son ensemble.

PREMIÈRE PARTIE

30. — La Commission est en accord sur les points importants suivants, à savoir que :

a. La vallée même du Nil présente plusieurs avantages sur le Ouadi-Rayan en ce qui concerne l'emplacement d'un réservoir d'emmagasinement.

b. Le barrage ne serait pas plein, mais serait traversé par des ouvertures que régleraient des vannes ayant une aire suffisante pour livrer passage aux plus hautes crues.

c. Il n'y a aucune difficulté, au point de vue de l'art de l'ingénieur, à construire un semblable barrage dans la vallée du Nil et à lui assurer une stabilité permanente.

d. Il n'y a aucune objection au point de vue de la salubrité à élever contre un semblable barrage.

31. — *a.* La Commission se trouve elle-même en accord avec M. Garstin et avec M. Willcocks en considérant la vallée du Nil, dans la Nubie, comme un réservoir d'emmagasinement bien préférable au Ouadi-Rayan. Elle adhère à l'avis exprimé par M. Garstin (page 32 de sa note) au sujet des avantages que présenterait un réservoir établi dans la vallée du Nil, en comparaison de celui du Ouadi-Rayan, et, à la page 41, au sujet de l'impossibilité de prévoir l'effet que produirait sur la hauteur des eaux du fleuve, la décharge du réservoir du Ouadi-Rayan, suivant que cette décharge concorderait plus ou moins bien avec l'arrivée de la crue du haut Nil.

D'après le tableau de la page 39 de la note de M. Garstin, le débit nécessaire pour l'irrigation de la Basse-Egypte serait de 54,000,000 de mètres cubes par jour le 15 juillet de chaque année, mais le canal ne pourrait débiter que 29,000,000 de mètres cubes par jour; si donc le débit du fleuve était à ce moment inférieur à 25,000,000 de mètres cubes par jour, le débit nécessaire de 54,000,000 de mètres cubes ne pourrait être fourni à la Basse-Egypte.

Cette difficulté n'existerait pas pour un réservoir établi dans la vallée même du Nil, car ses vannages permettraient de livrer à chaque instant le débit total du fleuve.

La Commission ajoute ces autres avantages, à savoir : le renouvellement annuel et complet de la capacité totale du réservoir le garantirait contre l'accumulation graduelle du sel; nulle entrave ne serait apportée au drainage actuel et au systèmes d'irrigation du pays en aval du barrage. Il en serait autrement

avec le Ouadi-Rayan. L'Egypte entière et non la Basse-Egypte seule bénéficierait de l'irrigation pérenne; et, en définitive, un réservoir en Nubie serait moins dispendieux que celui du Ouadi-Rayan. L'établissement d'un réservoir en Nubie au moyen d'un barrage, mettrait à la disposition du Gouvernement une immense somme de force vive dans des conditions telles, qu'elle pourrait être facilement et économiquement utilisée, et finalement l'accroissement de débit d'étiage du Nil constituerait un bénéfice réel pour la navigation.

32. — *b*. Le Gouvernement propose un barrage pourvu de nombreuses vannes de 2^m de largeur qui livreraient passage aux eaux de la crue tout entière, alors qu'elles sont fortement chargées de matières alluviales. La Commission reconnaît la nécessité d'un semblable ouvrage afin que les eaux limoneuses du Nil en crue puissent traverser le barrage sans abandonner les matières tenues en suspension, puisque c'est à ces matières que l'Egypte doit en grande partie sa richesse. La Commission est d'avis que tout barrage plein qui fermerait la vallée du Nil et qui élèverait considérablement le niveau du fleuve en crue, déterminerait l'envasement du réservoir et porterait sérieusement atteinte au système d'irrigation de l'Egypte. Il est clairement démontré dans le rapport de M. Willcocks que les eaux d'hiver surabondantes du Nil peuvent être mises en réserve par l'emmagasinement, et ultérieurement utilisées pendant l'été; et les tables contenues dans le rapport de Rogers pacha montrent qu'il serait facile d'obtenir ce résultat sans faire jamais varier brusquement la hauteur des eaux du fleuve.

33. — *c*. La Commission est d'avis qu'un barrage traversé par des ouvertures pourrait être construit dans la vallée du Nil, et qu'il ne présenterait aucune difficulté que l'art de l'ingénieur ne puisse surmonter. Les matériaux de construction dont on dispose sur place sont bons et utilisables en toute confiance, quant à ceux qu'on devrait transporter d'Europe, ils pourraient l'être facilement et sans trop de frais, sur l'emplacement des travaux. Un semblable ouvrage pourrait être construit avec une sécurité telle que sa stabilité permanente soit assurée, et qu'il ne devienne pas une source de danger pour le pays.

34. — *d*. Rogers pacha, Directeur général de l'Administration sanitaire, a publié un rapport envisageant au point de vue sanitaire, la construction des réservoirs en Nubie. La Commission adopte complètement les conclusions suivantes énoncées au paragraphe 25 du mémoire de Rogers pacha, mars 1894.

« 1° La quantité d'eau dans le fleuve sera augmentée pendant l'étiage du 5 mai au 25 juillet, et ce sera un avantage au point de vue sanitaire.

2° La quantité d'eau dans le fleuve au-dessous du réservoir sera diminuée pendant qu'on le remplira, mais non d'une façon assez étendue pour être préjudiciable à la santé publique.

3° Une certaine altération graduelle se produirait dans la qualité de l'eau dans le réservoir, mais il n'y a pas de base qui permette de supposer qu'un réservoir semblable réduira plus qu'elle ne l'est actuellement, la pureté de l'eau à travers le pays, bien au contraire, il aurait un effet opposé.

4° On devra prendre, toutefois, des précautions spéciales pour prévenir la pollution d'un tel réservoir. »

La Commission attire l'attention du Gouvernement sur la question du déplacement des cimetières (mentionnée par Rogers pacha, paragr. 24 de son mémoire).

35. — Enfin, (paragr. 41) Rogers pacha suggère la nomination d'un expert sanitaire. La Commission est d'avis de laisser cette question à l'appréciation du Gouvernement.

B. BAKER,

G. TORRICELLI.

Vu, sous réserve des avis que je formulerai dans le rapport que mes collègues m'ont invité à présenter de mon côté sur les questions qui seront l'objet de la 2e partie du rapport. J'ai déjà fait connaître mon avis sur les différentes questions, dans les séances de la Commission ; je me réserve de condenser ce que j'ai dit alors, mais je ne pourrai le faire qu'au moyen des procès-verbaux définitifs des séances, lorsque j'en aurai reçu une copie approuvée par la Commission. Je déposerai alors mon propre rapport pour faire suite à celui qui précède.

10 avril 1894.

AUGUSTE BOULÉ.

Rapport de Sir Benjamin Baker et de M. G. Torricelli sur la question 5 de la Note du Sous-Secrétaire d'État, ainsi posée: « *Faire un choix parmi les divers projets et en donner information au Gouvernement Egyptien.* »

CHAPITRE II.

RÉSERVOIRS DANS LA VALLÉE DU NIL.

DEUXIÈME PARTIE.

1. — La majorité de la Commission, composée de Sir B. Baker et de M. Torricelli, est d'opinion que les études faites dans la vallée du Nil, qui ont en vue la question des réservoirs en général, et dues au nombreux personnel d'ingénieurs du Gouvernement employés à ces travaux pendant les quatre dernières années, études complétées par l'inspection du fleuve qui a été faite jusqu'à Ouadi-Halpha par les membres de la Commission en personne, rendent possible pour eux un choix immédiat parmi les divers projets soumis à leur examen.

Les études suffisent pour permettre à la Commission de former son opinion.

2. — En ce qui concerne le dessin et la construction d'un barrage au travers de la vallée du Nil, la majorité de la Commission est d'avis que la sécurité absolue doit être la considération la plus essentielle. Les conditions qui doivent garantir cette sécurité, sont:

Conditions essentielles pour un barrage-réservoir.

1° Un rocher solide et imperméable pour les fondations afin de supporter la maçonnerie et de résister à l'action de l'eau.

2° Une longueur de barrage considérable de façon que les ouvertures ne soient pas contiguës et de telle sorte que la stabilité de l'ouvrage approche autant que possible de celle d'un barrage plein et que, en même temps l'action de l'eau ne soit pas contractée mais répartie sur une grande largeur du lit du fleuve.

3° Une faible profondeur d'eau, afin que la hauteur du barrage au-dessus des fondations soit aussi petite que possible. La majorité de la Commision est d'avis encore que, entre Ouadi-Halpha et le Caire, il n'y a pas d'autre emplacement dans la vallée du Nil, satisfaisant aux conditions précédentes, si ce n'est l'emplacement indiqué par les ingénieurs du Gouvernement, au sommet de la 1re cataracte à l'aval de l'île de Philœ, et elle n'hésite nullement à recommander l'adoption de cet emplacement.

Cataracte d'Assouan.

3. — Deux autres emplacements ont été pris également en considération par le Gouvernement, ce sont Silsilèh et Kalabchèh.

Silsilèh.

4. — En ce qui concerne Silsilèh, la majorité de la Commission considère le grès nubien qui constitue cet emplacement, et qui contient des couches d'argile que l'eau soumise à de fortes pressions emporterait facilement, comme impropre pour un barrage ayant plus de 10 mètres de hauteur. Quant à un barrage traversé par des ouvertures, elle le rejette comme absolument dangereux.

Kalabchèh.

5. — En ce qui concerne Kalabchèh, elle est d'opinion que, bien que la roche présente toutes les conditions désirables, la grande profondeur d'eau et le chenal étroit du fleuve rendent en ce point la construction d'un barrage pratiquement impossible, parce que son coût serait très exorbitant. Pendant la période des travaux, la profondeur de l'eau dépasserait 22 mètres et les batardeaux proposés par le Gouvernement seraient impossibles. Les fondations devraient être établies à l'aide de l'air comprimé, et comme le barrage aurait une hauteur totale de 49 mètres soumise d'ailleurs à la pression de l'eau, l'ouvrage serait, en l'espèce, énormément dispendieux. En outre de cela, il serait nécessaire d'exécuter de grands tunnels et des tranchées à travers les roches granitiques pour assurer le débouché des eaux, et tout ceci cerait encore fort coûteux.

Solution la meilleure pour un barrage unique.

6. — Pour ce qui a trait au dessin général du barrage, la majorité de la Commission approuve l'idée d'un barrage unique, comme le propose le Gouvernement. Elle est d'avis que le seul moyen d'emmagasinement en Egypte du très grand volume d'eau qui est nécessaire à l'irrigation pérenne de la contrée, est l'établissement d'un réservoir à haut niveau.

Principe à suivre dans le dessin d'un barrage-réservoir.

7. — Bien que la majorité de la Commission accepte en principe le projet de barrage unique, elle conseille d'adopter les règles et les modifications qui suivent, afin d'assurer à l'ouvrage une stabilité absolue.

1° La hauteur maximum du barrage traversé par des ouvertures serait de 35 mètres et jamais plus, ce qui est aussi le maximum prévu par le Gouvernement.

2° La retenue d'eau maximum serait de 25 mètres, c'est encore l'avis du Gouvernement.

3° La largeur des ouvertures serait de 2 mètres comme le propose le Gouvernement, mais la largeur des piles serait de 5 mètres au lieu de 3 mètres.

4° Le mur en plan serait tracé suivant un arc de cercle pour chaque groupe de dix ouvertures. Entre deux groupes de ce genre, il y aurait un gros pilier d'épaulement d'une largeur et d'une longueur suffisantes pour résister à lui seul à la poussée du mur courbe voisin contenant dix ouvertures, alors même que le mur courbe suivant n'existerait pas.

5° La pression maximum serait partout sur chaque pile de 5 kilogrammes par centimètre carré, et il n'y aurait de tension nulle part. Le calcul des piles devra être établi en considérant chacune d'elles indépendamment des piles voisines. En outre, on devra tenir compte du poids du mur superposé aux ouvertures et de la poussée de l'eau sur les vannes et sur la paroi superposée aux ouvertures, lorsque, dans le calcul, ces forces sont défavorables. On devra, au contraire les négliger dans le cas où elles sont en faveur de la sécurité de l'ouvrage. Il y aura au-dessus de la retenue une hauteur de 3 mètres au moins, mais le calcul devra être établi dans l'hypothèse que le réservoir est plein jusqu'à la crête, afin de tenir compte de l'action des vagues et du cas accidentel où le réservoir pourrait être rempli jusqu'à la crête.

6° Chaque ouverture aurait 2 mètres de largeur, et se subdiviserait en deux vannes, de $3^{m},75$ chacune de hauteur, superposées l'une à l'autre. L'aire des deux vannes, c'est-à-dire d'une ouverture, serait de 14 mètres.

7° Chaque ouverture serait réglée par une porte-vanne ayant 8 mètres de hauteur et 2 mètres de largeur.

8° La majorité de la Commission est d'avis que des tuyaux en fonte de 35 millimètres d'épaisseur seraient de beaucoup préférables aux ouvertures revêtues de pierres de taille en granit, qui sont représentées sur les dessins du Gouvernement. L'emploi de ces tuyaux ne mettrait pas dans l'obligation de faire appel à des maçons très habiles venus du dehors et permettrait une liaison beaucoup plus parfaite des ouvertures avec les engins de réglementation, outre qu'on réduirait aussi le temps nécessaire à la construction du barrage.

9° Chaque tuyau en fonte serait porté au delà du parement aval de la maçonnerie, et évasé à son extrémité dans son plan horizontal pour réduire l'action de l'eau sur les roches et aussi pour la répartir sur toute la longueur aval du barrage, on diviserait chaque ouverture, au point de déversement, en trois conduits distincts.

10° Pour assurer le débit minimum pendant l'étiage, on placerait 2 petites ouvertures dans chaque porte, avec de petites coulisses à l'amont qui permettraient, s'il en était besoin, de les fermer avec des pièces de bois. Les travaux en fonte n'excéderaient pas le coût des parois revêtues en pierres de taille de granit. Il serait possible d'exécuter les travaux de ces garnitures en fonte dans un temps égal au tiers de la durée des travaux relatifs à des ouvertures en pierres de taille de granit.

8. — La majorité de la Commission accepte comme rationnelle la proposition qui est faite de livrer passage au débit maximum moyen de 10,000 mètres cubes par seconde, avec une retenue de 2 mètres. Elle est d'opinion également d'admettre dans les calculs de la retenue du barrage pendant les hautes eaux, la constante 0.78 pour la formule $v = c\sqrt{2gh}$, en négligeant la vitesse d'arrivée de l'eau, comme l'ont fait les ingénieurs du Gouvernement. C'est ainsi qu'on obtien- **Débouché du barrage reservoir**

drait pour une retenue d'eau de 2 mètres sur le barrage, une vitesse de $4^m.8$ par seconde et un débouché superficiel de 2,100 mètres carrés pour une crue maximum moyenne. Elle admet aussi la nécessité d'avoir, en plus des 2,100 mètres carrés, un débouché de 300 mètres carrés pour les ouvertures à haut niveau, afin qu'on soit bien assuré que les ouvertures situées à un niveau inférieur à celui des crues maxima moyennes, ne fonctionnent pas sous une retenue supérieure à 11 mètres. Ceci porterait le débouché superficiel total à 2,400 mètres carrés (comme il est indiqué au paragraphe 32 du rapport de M. Willcocks).

9. — Afin d'assurer 2,400 mètres carrés de débouché, le barrage comprendrait 170 ouvertures de 14 mètres carrés chacune. Ceci nécessiterait une longueur de barrage minimum approximative de 1,275 mètres, d'après les conditions imposées.

Longueur des ouvertures	170 × 2 =	340 mètres
» des piles	153 × 5 =	765 »
» des piliers d'épaulement	17 × 10 =	170 »
Total....	=	1.275 mètres

10. — M. Willcocks a calculé approximativement un barrage satisfaisant aux conditions posées par la majorité de la Commission. La retenue d'eau est de 22 mètres et la longueur de la base de 22 mètres aussi, au lieu de $19^m.40$ comme le montre le projet primitif. Il a en outre calculé le coût approximatif d'un barrage sur la cataracte d'Assouan, seul emplacement où l'on puisse le construire. Dans ces calculs il a prévu que l'écluse serait établie sur l'emplacement proposé par M. Garstin et accepté par la majorité de la Commission.

Prix des travaux	L.E.	1.505.000
» des indemnités	»	350.000
» du soulèvement ou du déplacement de Philæ..	»	200.000
Total.....	L.E.	2.055.000

(Pour les détails voir les annexes).

11. — La majorité de la Commisson est d'opinion qu'il convient d'abord de faire la critique et de démontrer le manque de fondement de certaines objections qui ont été faites au projet de réservoir unique proposé par le Gouvernement et acceptées par elle; et ensuite de prouver que c'est le seul moyen possible d'emmagasinement de l'eau nécessaire d'après des principes d'économie et de sécurité.

Objections faites à un barrage unique.

12. — On a dit que le système de réservoir avec un barrage unique présente plusieurs inconvénients fort graves, à savoir :

« 1° Le grand nombre(1) d'ouvertures de 2 mètres de largeur sur 7 mètres « de hauteur exigerait un barrage d'une longueur encore plus grande que celle « proposée par M. Willcocks et par conséquent encore plus coûteux.

« 2° La précaution de garnir de fonte les ouvertures indique que l'eau y « coulera avec une grande vitesse, cela serait du reste nécessaire pour écouler à « travers le barrage, sans en exagérer la longueur, l'énorme volume d'eau des « crues, qui peut s'élever jusqu'à 14,000 mètres cubes par seconde dans certaines « années.

« 3° Il faudra que le barrage produise une chute suffisante pour déterminer « cette vitesse dans les tuyaux pendant la crue, et, par conséquent, le niveau « actuel de la crue sera relevé en amont du barrage, la section mouillée sera « augmentée et la vitesse du courant du Nil diminuée jusqu'à une distance consi- « dérable à l'amont du barrage. »

13. — La longueur du barrage proposé par la majorité de la Commission à Assouan est exactement la même que celle du barrage proposé par le Gouvernement. Il résulte des propositions de la majorité de la Commission que les ouvertures seront plus uniformément réparties entre des piliers de plus grande largeur, et que l'eau en sera mieux distribuée à l'aval du barrage. La longueur d'ailleurs du barrage restera la même et le prix n'en sera pas augmenté. L'augmentation de prix provenant des modifications apportées par la Commission ne résulte pas des propositions faites ci-dessus, mais bien de ce que l'on a réduit la pression par centimètre carré à 5 kilogrammes, au lieu de 6.5 kilogrammes, fixés antérieurement, et de plus une charge d'eau de 3 mètres.

Réfutation des objections au barrage unique.

14. — La majorité de la Commission pense que les vitesses de 4 mètres par seconde en temps de crues maxima moyennes, et de 7 mètres par seconde en temps de crues extraordinaires, sont tout à fait sans danger pour des tuyaux en fonte. Dans les barrages existants, notamment à Nira, les vitesses sont de beaucoup supérieures à celles que nous venons de citer, et elles franchissent, non des tuyaux en fonte, mais des ouvertures revêtues en granit. L'objection au barrage résultant de ce chef n'a pas de fondement.

15. — La majorité de la Commission pense qu'une retenue de 1m,75 en août, lorsque le Nil est fortement chargé de vase, de 2 mètres à l'époque du maximum ordinaire de crue et de 4 mètres à l'époque du maximum extraordinaire de crue, qui peut se produire 2 ou 3 fois pendant quelques jours dans une période de 20 ans, ne causerait aucun envasement suffisamment sérieux du réservoir qui pût modifier d'une manière appréciable sa capacité

(1) Séance du 15 mars.

ou arrêter les alluvions dont on priverait l'agriculture. Le lit du Nil en serait quelque peu exhaussé, mais comme le réservoir ne serait pas utilisé au-dessous d'un niveau supérieur de 4 mètres au niveau d'étiage actuel du Nil, la petite quantité de vase se déposerait sans affecter en aucune sorte la capacité du réservoir.

Systèmes de barrages mobiles.

16. — On a dit encore que si l'eau n'est pas emmagasinée dans un réservoir avec un barrage unique, elle peut l'être à l'aide de l'un des trois systèmes suivants :

1° Au moyen d'une succession de barrages mobiles (1) de faible hauteur dans la vallée du Nil entre le Caire et Silsila.

2° Au moyen d'une succession de trois barrages mobiles de moyenne hauteur relevant le plan d'eau de 10 à 15 mètres, à Silsila, à Assouan et à Kalabcha, et à l'aide de digues longitudinales pour protéger les cultures et les villages (2).

3° Au moyen de « plusieurs barrages successifs de manière que chacun « d'eux ne supporte que $^1/_2$, ou $^1/_3$ ou même moins, de la chute totale prévue. « Par ce procédé on pourrait établir par exemple : le réservoir sur la première « cataracte ; un 1er barrage à l'aval de cette cataracte relevant l'eau sans noyer « l'île de Philæ, un 2me barrage en amont de l'île, un 3me à Kalabsha au besoin « relèverait l'eau jusqu'à la cote 118, ou même plus haut de manière à assurer « l'irrigation de l'Egypte tout entière.

« Ces barrages supportant chacun une pression d'eau modérée pourraient « être construits facilement et sans que la dépense soit exagérée d'une manière « analogue à celui du Delta. Les pressions n'étant nulle part exagérées, il ne « serait pas nécessaire de se préoccuper autant de la nature du terrain de « fondation, ni de la nature des matériaux, ni de la construction des vannes. « Etant largement ouverts pendant la crue, ils seraient aussi courts que « possible (2).

« Le barrage mobile du Delta que je propose d'imiter se compose de piles « de 3 mètres, séparées par des ouvertures de 5 mètres (rapport du plein au « vide $^3/_5 = 0.60$), et il en résulte que les barrages mobiles que je propose, « mais dont les dispositions restent d'ailleurs à étudier longuement, n'auraient « que 500 ou 600 mètres environ de longueur, c'est-à-dire la longueur même « du Nil, dont 200 à 250 mètres seulement en maçonnerie pleine. Il est vrai « que la section transversale des fondations serait au moins double de celle « d'un mur plein, et que les piles auraient une longueur à peu près double de « celle des piliers séparant les ouvertures proposées par M. Willcocks ou par « MM. Torricelli et Baker dans le mur de réservoir ».

(1) Par « barrage mobile » on entend un barrage dont les piles et les ouvertures s'étendent du radier jusqu'au couronnement de l'ouvrage, et dont les ouvertures sont fermées sur toute cette étendue par des vannes.

(2) Séance du 15 mars 1894.

(2) Séance du 3 avril 1894.

17. — Dans la vallée même du Nil, au nord de Silsilèh, dans l'opinion du Ministère des Travaux Publics, le Gouvernement ne permettrait jamais de construire des barrages-réservoirs relevant le plan d'eau au-dessus de 5 mètres. Une retenue supérieure à celle ci-dessus indiquée, empêcherait le drainage dans le Nil des terres basses éloignées du fleuve et transformerait en marais une grande partie de la Haute-Egypte. En outre de ceci, des barrages effectuant une retenue de plus de 5 mètres d'eau et sur le sable fin qui forme le lit du Nil, ne seraient pas dignes de confiance. Des barrages de 5 mètres susceptibles individuellement de fournir approximativement (déduction faite des pertes par évaporation) 90,000,000 mètres cubes coûteraient moyennement d'après les calculs de M. Willcocks L.E. 800,000 chacun, qui est la somme incluse dans l'estimation du Ouadi-Rayan pour le barrage d'Assiout, et, conséquemment, pour fournir les 2 $^1/_2$ milliards nécessaires à la Moyenne et à la Basse-Egypte, il serait nécessaire de construire vingt-sept de ces barrages au prix de 22,000,000, L. E., ce qui est absurde. De plus, la distance entre Silsilèh et le Caire ne suffirait pas à plus de douze de ces barrages qui n'emmagasineraient que 1,100,000,000 de mètres cubes au prix de 10,000,000 L. E. Entre le Caire et Ouadi-Halpha, il est possible d'établir vingt de ces barrages avec une retenue d'eau de 1,800,000,000 mètres cubes d'eau à un prix de 16,000,000 L. E. approximativement. On peut conclure de tout ce qui précède que ce système d'emmagasinement de l'eau est une impossibilité.

Réfutation des systèmes de barrages mobiles.

18. — Un barrage à Silsilèh avec une retenue d'eau de 10 mètres et des digues longitudinales supportant une charge d'eau de 2 mètres, un autre barrage à la cataracte d'Assouan avec une retenue d'eau de 10 mètres qui ne submergerait pas l'île de Philæ, et un troisième barrage à Kalabchèh avec une retenue d'eau de 15 mètres et des digues longitudinales supportant une charge d'eau de 3 mètres, emmagasineraient tous ensemble, seulement 1 milliard $^1/_4$ de mètres cubes d'eau, tandis que la quantité d'eau nécessaire à la Moyenne et à la Basse-Egypte est de 2 milliards $^1/_2$. Conséquemment ils seraient insuffisants, et, d'après les calculs de M. Willcocks, coûteraient beaucoup plus qu'un seul barrage à Assouan, qui emmagasinerait 2 milliards $^1/_2$ de mètres cubes d'eau. En outre, la majorité de la Commission pense qu'il est inadmissible qu'on puisse construire à Silsilèh un barrage avec une retenue de 10 mètres et dont les fondations ne descendraient pas jusqu'au roc vif, lequel ne se rencontre même pas à 20 ou 25 mètres de profondeur au-dessous du niveau des eaux d'étiage. La majorité de la Commission pense que des digues longitudinales qui maintiendraient le niveau des eaux à 2 et 3 mètres au-dessus du niveau des terres cultivées, détermineraient de nombreuses infiltrations, et l'on transformerait ainsi en marais le pays que l'on veut protéger. Ces considérations écartent ce système de barrages.

19. — Une combinaison de douze barrages mobiles de faible hauteur entre le Caire et Silsilèh, et de trois barrages mobiles de moyenne hauteur à Silsilèh, Assouan et Kalabsha peut fournir 2 milliards $^1/_2$ de mètres cubes d'eau à un prix approximatif de 13,000,000 L. E. d'après les estimations de M. Willcocks.

20. — Le système des trois barrages mobiles à l'amont et à l'aval de l'île de Philæ et à Kalabchèh, a été étudié par M. Willcocks et calculé d'après les renseignements contenus dans les procès-verbaux des séances des 15 mars et 3 avril (M. Willcocks toutefois en faisant ses estimations n'engage pas sa responsabilité sur la sécurité d'un barrage mobile d'une hauteur totale de 46 mètres dont 25 mètres au moins de hauteur de piles et de vannes. Il trouve que le prix des trois barrages ne sera pas moindre que L. E. 4,950,000 pour 2 $^1/_2$ milliards de mètres cubes d'eau emmagasinée).

21. — En ce qui concerne ce projet, la majorité de la Commission est d'opinion que la première nécessité dans tout dessein est la certitude de la sécurité absolue, ce qui ne peut s'obtenir que par la construction d'un barrage se rapprochant autant que possible d'un barrage plein et massif; avec un tel barrage, au cas où un accident se produirait en quelque point, le dommage serait restreint en ce point là et par conséquent serait insignifiant. La majorité de la Commission ne peut pas, en principe, accepter les barrages mobiles pour des barrages-réservoirs de grande hauteur, parce que la rupture d'une seule vanne ou d'une pile de 25 mètres de hauteur et de 3 mètres de largeur aurait pour conséquence la ruine de tout le barrage, ruine qui entraînerait la destruction des deux autres. La destruction des vannes d'une seule ouverture permettrait à un volume d'eau immense animée d'une très grande vitesse de s'écouler par cette ouverture et produirait sur les deux piles adjacentes un choc et une pression latérale qui détermineraient leur écartement et leur chute, suivie immédiatement d'autres chutes analogues dans les piles voisines. Dans les Indes, il y a eu des exemples de destruction (pour les mêmes causes, c'est-à-dire poussée latérale et choc de l'eau animée d'une grande vitesse) de barrages mobiles n'ayant que 5 mètres de hauteur de piles, et d'une largeur beaucoup plus grande par rapport à leur hauteur que celle des barrages actuellement considérés.

22. — La majorité de la Commission ne pense pas qu'il y ait quelque difficulté pour la navigation à cause de la grande hauteur des portes d'écluses, mais s'il y a quelque difficulté, elle est la même absolument pour un seul barrage ou pour trois barrages; et cette difficulté supposée ne peut être un argument en faveur des trois barrages. On a argué d'ailleurs en faveur de trois barrages mobiles, qu'ils ne relèveraient par le plan d'eau pendant les crues comme le ferait le barrage unique proposé par le Gouvernement. La majorité de la Commission est

d'avis que la réduction du débouché à 4,000 mètres carrés pour chacun des trois barrages mobiles porterait la hauteur du remous au $^3/_4$ de celui d'un seul barrage ayant 2,100 mètres carrés de débouché. En conséquence, l'élargissement du débouché ne constituerait pas un avantage réel. La majorité de la Commission ne peut pas accepter qu'un barrage mobile de 46 mètres de hauteur, avec 25 mètres de hauteur d'eau sur le radier, au minimum, et qui pourrait avoir à supporter une retenue d'eau de 7 à 10 mètres en amont d'un autre barrage qui aurait 48 mètres de hauteur et 18 mètres au moins de hauteur de piles avec une retenue de 8 mètres, que de tels barrages puissent être bâtis sur n'importe quelle fondation, et ne pas exiger une roche solide de fondation. Si de tels barrages ne sont pas assis sur les fondations les plus résistantes, ils pourraient être entraînés par suite des affouillements dès l'instant qu'ils seraient soumis aux pressions de l'eau.

23. — En résumé, la majorité de la Commission exprime son opinion que tout projet basé sur le principe de nombreux barrages mobiles à faible hauteur au nord de Silsilèh, ou de barrages mobiles de moyenne hauteur à Silsilèh, Assouan et Kalabsha, ou une combination de ces deux systèmes, ou une succession de barrages mobiles de grande hauteur, peut être accepté par elle. Elle a examiné tous ces projets dans leur ensemble et démontré qu'il n'existe aucune raison bien fondée pour conseiller au Gouvernement d'avoir à ouvrir un concours auquel seraient conviés les ingénieurs et les constructeurs du monde entier. Une telle décision de la part du Gouvernement apporterait un grand délai à la construction des réservoirs ; et, après tout, le Gouvernement, par la force des choses, se verrait contraint d'adopter le projet d'un barrage unique sur la cataracte d'Assouan, qui est le résultat de quatre années d'études. Le Gouvernement a devant lui un bon projet, digne de toute confiance, projet que même le membre de la Commission en désaccord avec la majorité, dit qu'il « serait réalisable », mais, « il ne s'aurait s'associer à aucune proposition de noyer ou « même de modifier d'une façon quelconque ce qui reste des temples et autres « constructions élevées anciennement sur l'île de Philæ, car, en le faisant, il « serait certain d'être conspué, non seulement par ses compatriotes, mais par « l'opinion publique de toute l'Europe. » **Conclusions**

24. — Laissant de côté la question de Philæ (1), question sur laquelle le Gouvernement n'a pas demandé l'avis de la Commission, la majorité de la Commission recommande un barrage unique percé d'ouvertures revêtues de fonte, comme la solution meilleure et la plus sûre pour l'établissement du réservoir. Elle accepte aussi la cataracte d'Assouan comme étant le meilleur emplacement; **Suite des conclusions.**

(1) Voir l'annexe qui contient l'opinion de Sir Benjamin Baker, sur la praticabilité de faire monter l'île de Philæ au-dessus des plus hautes eaux du réservoir.

Elle persiste dans sa croyance qu'il n'y a aucune nécessité pour elle d'aviser le Gouvernement d'avoir à rechercher, par d'autres études, de meilleurs projets et de meilleurs emplacements, convaincue qu'ils n'existent pas.

Coût total du projet et prix de revient par mètre cube d'eau emmagasinée.

25. — La majorité de la Commission a posé les principes généraux d'après lesquels on doit, dans son opinion, faire les dessins définitifs du barrage. Elle laisse en toute confiance aux ingénieurs du Gouvernement le soin de déterminer tous les détails et de fixer les dimensions d'après les lignes générales suivies par M. Willcocks dans la préparation de son avant-projet, avant-projet qu'il a remis à la Commission dans la séance du 24 mars, et d'après lequel il a établi son estimation approximative, inclus L.E. 200,000 pour le soulèvement ou le déplacement du temple de Philæ, de........................ L.E. 2,055,000

Mais à cette somme il faut ajouter pour le barrage d'Assiout pour les travaux accessoires de l'utilisation de l'eau.... » 3,001,000

Total... = L.E. 5,056,000

Le prix de revient serait donc de :

$$\frac{5.056.000}{2.550 \text{ millions}} = 1/5 \text{ de piastre,}$$

soit 0,05 par mètre cube, chiffre très modéré et moindre de la moitié du coût du mètre cube d'eau emmagasinée dans le réservoir du Ouadi-Rayan.

10 avril 1894.

B. Baker.
G. Torricelli.

CHAPITRE II.

RÉSERVOIR DANS LA VALLÉE DU NIL

DEUXIÈME PARTIE (Suite)

RAPPORT DE M. BOULÉ

INSPECTEUR GÉNÉRAL,

MEMBRE DU CONSEIL GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES, A PARIS.

RAPPORT DE M. A. BOULÉ

Monsieur le Secrétaire général du Ministère des Travaux publics d'Égypte m'a fait l'honneur de me demander par dépêche télégraphique du 23 novembre 1893, si je serais disposé à faire partie d'une Commission, qui se réunirait au Caire, pour examiner des projets de réservoirs à établir dans la vallée du Nil, en vue de retenir les eaux des crues et de les distribuer dans les canaux d'irrigation pendant les basses eaux, afin d'accroître l'étendue des cultures d'été. **Objet du rapport.**

J'ai été immédiatement séduit par la grande importance de ces projets ; ils me paraissaient avoir pour but d'entreprendre l'exécution du vaste programme d'amélioration du cours du Nil, que M. le comte de la Motte a développé en 1880 à la Société de géographie de Paris. La réalisation de cette grande conception exigerait, il est vrai, des délais très longs et l'immobilisation de capitaux considérables. Mais M. de la Motte pensait qu'on ferait les travaux et les dépenses successivement et lentement, en canalisant progressivement le Nil depuis le nord jusqu'aux grands lacs du centre de l'Afrique, de sorte que la navigation puisse franchir les cataractes et qu'on arrive ainsi à se rendre complètement maître de la vallée du Nil et en même temps maître de ses canaux, dont on règlerait alors l'écoulement suivant les besoins de l'agriculture et de la navigation.

Ce grandiose programme a donné lieu aux publications de la Société d'études du Nil à Paris, aux conférences faites à l'Institut Egyptien par M. Prompt, aux voyages en Egypte de M. Jacquet et de M. Fargue, tous trois inspecteurs généraux et membres du Conseil supérieur des ponts et chaussées de France, et enfin aux études de plusieurs autres ingénieurs français, tels que M. Leygue et M. Baudot (voir la note historique sur les projets antérieurs à ceux du Gouvernement, annexée au rapport, et les procès-verbaux des séances des 26 et 28 mars).

Frappé, dis-je, de l'importance de ces idées et de la difficulté de les réaliser, je n'ai pas hésité à accepter la mission qui m'était offerte au nom du Gouvernement Egyptien, sous la seule réserve de l'autorisation que j'aurais à demander, le cas échéant, à M. le Ministre des Travaux publics, dont je dépends en France.

Je m'y croyais autorisé par mes travaux antérieurs, ayant consacré presque toute ma carrière d'ingénieur des ponts et chaussées à diriger les travaux de canalisation de la Seine, et à étudier les travaux exécutés, ou en projet, pour l'amélioration du régime de la plupart des grands fleuves d'Europe, ayant déjà été autorisé par mon administration à me rendre en Russie, en 1876, pour donner à la Société du touage de la Moskva Reka, mon avis sur les travaux, alors en exécution, pour la canalisation de cette rivière, entre Moscou et son

embouchure dans l'Oka à Kolumna, ayant enfin pris une part active aux cinq congrès internationaux de navigation intérieure, qui ont eu lieu à Bruxelles en 1885, à Vienne en 1886, à Francfort sur le Mein en 1888, à Manchester en 1890 et à Paris en 1892 (1), comme j'avais déjà participé en qualité de vice-président au congrès international des ingénieurs civils, à l'Exposition universelle de 1878 à Paris, et comme membre de la Commission d'organisation au congrès international de l'utilisation des eaux fluviales, à l'Exposition universelle de 1889 à Paris.

Ayant accepté éventuellement, à la fin de novembre 1893, de venir au Caire, je me suis empressé de réunir et d'étudier les documents que je pouvais me procurer sur le Nil, mais je croyais que le Gouvernement Egyptien avait renoncé à convoquer quant à présent la Commission dont on m'avait parlé, lorsque je reçus le 26 janvier 1894 une nouvelle dépêche télégraphique, par laquelle M. Garstin, le Sous-Secrétaire d'État aux Travaux publics d'Égypte, me demandait si je pourrais arriver au Caire vers le 20 février.

Je m'empressai alors de solliciter l'autorisation de M. le Ministre des Travaux publics de mon pays, et il voulut bien me donner le congé nécessaire, en m'informant qu'il désignait un de mes collègues pour me remplacer au Conseil général des ponts et chaussées, et pour assurer pendant mon absence le service de la septième inspection dont j'étais chargé.

Objet de la mission.

Je pus donc accepter définitivement, le 3 février, la mission que m'offrit M. Garstin, Sous-Secrétaire d'État au Ministère des Travaux publics d'Egypte, par sa lettre du 27 janvier, dès que je reçus cette lettre officielle, par laquelle il me demandait d'arriver au Caire le plus tôt possible après le 20 février pour faire partie d'une Commission réunie : « *à l'effet d'examiner les projets d'emmaga-* « *sinage des eaux du Nil et de donner son avis au Gouvernement à ce sujet* ».

M. Garstin m'annonçait en même temps qu'il comptait m'envoyer, *la semaine suivante* « une copie du Rapport relatif aux divers projets des réservoirs, « ainsi que les cartes, plans, etc. »

Je reçus en effet, le 7 février, la veille de mon départ de Paris, le volume intitulé : « Projet d'irrigation pérenne et de protection contre les inondations en Egypte (le Caire, Imprimerie nationale, 1894) ». Mais les cartes annexées aux rapports contenus dans ce gros volume in-quarto ne me sont parvenues que le 10 février à Marseille et m'ont été remises, grâce à l'obligeance de M. le directeur des postes, au moment même où le paquebot *Niger*, sur lequel j'étais déjà embarqué pour l'Egypte, levait l'ancre.

Ce n'est donc que pendant la traversée de la Méditerranée et ensuite au Caire, que j'ai pu prendre connaissance de ce volumineux dossier, dont l'étude complète exige beaucoup de temps et même la connaissance de la vallée du Nil et du régime de ce fleuve.

(1) Le sixième doit avoir lieu cette année à La Haye, du 22 au 28 juillet 1894.

Ce n'est pas sans étonnement que j'ai trouvé alors, à la page 8 du Rapport de M. le Sous-Secrétaire d'Etat, l'énumération des questions qu'il proposait au président du Conseil des Ministres de faire examiner par la Commission.

Cette énumération, si elle pouvait être restrictive, réduisait tellement l'objet des délibérations de la Commission, qu'il ne se serait plus agi de donner un avis complètement étudié sur la grande question de l'extension des cultures d'été en Egypte au moyen de réservoirs d'emmagasinement des eaux d'hiver du Nil, mais seulement de faire un choix entre les divers projets décrits sommairement dans le volume que j'avais reçu la veille de mon départ, et qui sont tout aussi sommairement représentés sur les plans et dessins annexés.

Il est clair que si la question m'avait été ainsi posée à l'origine, je n'aurais pas pu accepter de faire partie de la Commission. L'accepter sans connaître au préalable les projets, c'eût été m'engager bien légèrement à faire un choix entre plusieurs projets, sans savoir s'ils ne me paraîtraient pas présenter tous de très graves inconvénients, ou même si leur examen ne me conduirait pas à les trouver tous également défectueux, pleins de dangers, inexécutables, ou d'une réalisation beaucoup trop aléatoire, ou trop dispendieuse.

Or, c'est précisément ce qui est arrivé, car, en définitive, mes collègues de la Commission, en proposant de modifier complètement les divers projets étudiés par les ingénieurs du Gouvernement Egyptien, ont reconnu comme moi qu'ils étaient tous défectueux (1) et qu'on ne pourrait pas les exécuter sans s'exposer au grave danger de voir le barrage de réservoir proposé pour la vallée du Nil se rompre sous la pression des eaux.

Nécessité de deux rapports divergents.

Lorsque j'ai eu l'occasion de faire remarquer à mes collègnes de la Commission que nous ne pouvions pas nous borner à choisir entre les projets qu'on nous soumettait, mais que nous devions examiner la question dans son ensemble, ils n'ont pas partagé ma manière de voir (voir les procès-verbaux des séances des 15 et 24 mars), et notre divergence de vue s'est accentuée de plus en plus depuis ce moment.

C'est ce qui m'a obligé d'entrer dans les explications qui précèdent, et cela m'oblige à présenter un rapport indépendant de celui de mes collègues. Ils m'y ont d'ailleurs invité eux-mêmes dès le 4 avril (voir le procès-verbal de cette séance), bien qu'il ne fût pas encore possible de préjuger dès ce moment si nous pourrions ou non émettre un avis commun. Nos délibérations me paraissaient, en effet, devoir être encore assez longues, puisqu'il restait à étudier un grand nombre de questions, à mon avis très importantes, et dont la discussion n'avait même pas été abordée. Elles étaient cependant comprises dans l'énumération restreinte des questions posées par M. le Sous-Secrétaire d'État Garstin à la Commission (voir sur ce dernier point le procès-verbal de la séance du 7 avril).

(1) Voir les procès-verbaux des séances de 13, 15 et 17 mars et 3 avril.

Séances de la Commission.

Mais mes collègues étaient fort pressés de rentrer dans leur pays, ils avaient déjà annoncé leur départ pour le 5, puis pour le 11 avril, et je ne puis qu'exprimer le regret de les avoir vus partir, en effet, dans la soirée du 10 avril, sans m'avoir fait connaître leurs conclusions, et sans entendre les miennes : ils n'ont peut-être pas encore terminé la rédaction du rapport qu'ils m'ont annoncé devoir faire en commun, en même temps qu'ils m'invitaient, le 4 avril, à présenter de mon côté un autre rapport que je dois faire ainsi sans connaître le leur. Cela n'aura d'ailleurs pas d'inconvénients, car nos rapports divergents ne pourront être que la reproduction, dans une autre forme, des avis que nous avons déjà émis et qui sont éparpillés dans les procès-verbaux des séances de la Commission. C'est ce qui a été convenu dans la séance du 26 mars ; mais je ne pouvais faire mon rapport sans avoir sous les yeux la copie définitive des procès-verbaux que nous avons approuvés en bloc dans la séance du 10 avril. Je l'ai fait remarquer, en signant sous la réserve de présenter mon rapport personnel, la première partie du rapport relative aux questions sur lesquelles la Commission a émis un avis unanime.

Attendre la copie des procès-verbaux eût retardé le départ de mes collègues, car celle des derniers procès-verbaux ne m'a été remise par le secrétaire de la Commission que le 17 avril, et je me demande même si elle est définitive. M. Torricelli n'a signé le procès-verbal de la dernière séance, lequel constate l'approbation des procès-verbaux antérieurs, que sous la réserve de corriger lui-même les fautes de copie et de traduction : elles sont d'ailleurs très nombreuses dans la copie que j'ai reçue. Ne modifiera-t-il pas encore la rédaction, qu'il a déjà changée considérablement dans les séances des 4, 5, 6 et 7 avril (voir les procès-verbaux de ces séances) en me forçant ainsi à modifier la forme de ce que je lui avais répondu les 13, 15 et 17 mars ? Je dis la forme, car, pour ma part, je n'ai rien changé au fond, ni au sens de mes observations primitives.

J'ai regretté vivement, d'autre part, de n'obtenir aucune réponse, lorsque j'ai proposé, le 7 avril, de discuter certains parties des projets de M. Willcocks, notamment la convenance d'employer les vannes de M. Stoney, si coûteuses probablement parce qu'elles sont brevetées, les dispositions à adopter pour les écluses et principalement les estimations de dépenses contenues dans le volume intitulé : « Projet d'irrigation pérenne, etc. »

L'examen de tous les dessins, plans et estimations préparés par les ingénieurs du Gouvernement, fait pourtant l'objet du n° 3 de l'énumération des questions posées à la Commission par M. le Sous-Secrétaire d'État (page 8 de son rapport), et s'il ne me paraît pas possible de me renfermer dans cette énumération, encore convenait-il de discuter toutes les questions qu'elle comprend.

Nous avons consacré beaucoup de temps à entendre M. Cope Whitehouse exposer ses idées sur le Ouadi-Rayan, et à revoir le compte rendu de la séance du 27 mars, qui lui a été consacré entièrement. Ce compte rendu, revu le 29 mars, lui a été communiqué à deux reprises pour qu'il puisse modifier et compléter

la rédaction de ses explications. Il l'a fait largement (voir les procès-verbaux des 27, 29 et 31 mars). Nous avons enfin discuté les questions que nous avait posées M. Cope Whitehouse; et, par courtoisie, nous avons cru devoir y répondre dans le rapport du 10 avril.

Cependant bien loin de se montrer disposés à discuter de même les programmes indiqués par la société d'études du Nil dans ses nombreuses publications, ou par M. Prompt dans ses conférences, ou le projet indiqué sommairement par M. Jacquet en 1882, comme susceptible d'être étudié plus complètement, après qu'on aurait fait sur le terrain les opérations préliminaires de lever de plans, nivellements et sondages, indispensables pour dresser un projet sérieux, ou enfin les projets, encore très sommaires, il est vrai, de MM. Leygue et Baudot ou autres, mes collègues de la Commission n'ont même pas discuté complètement les projets, ni les estimations de dépenses énumérés dans les rapports imprimés qui ont servi de base à nos délibérations. Ces derniers projets étaient d'ailleurs encore beaucoup trop sommaires pour garantir le Gouvernement contre de graves mécomptes.

Ceci résulte du rapport même de mes collègues que j'ai signé sous réserves le 10 avril. On avait écrit d'abord : « Nous avons examiné et *discuté* avec « soin les dessins, plans et estimations préparés par les ingénieurs du Gouvernement pour les divers projets », et le mot *discuté* a été supprimé, sur mon observation qu'il était inexact du moment où l'on me donnait connaissance du projet de rédaction préparé par Sir B. Baker pour la première partie du rapport sur les réservoirs projetés dans la vallée du Nil. Il serait, d'ailleurs, resté inexact jusqu'à la fin de nos délibérations et jusqu'au départ de mes collègues (voir le procès-verbal de la séance du 7 avril), car ils ont paru considérer comme inutile de discuter les estimations primitives de M. Willcocks.

Elles n'avaient plus d'objet, en effet, puisque les projets primitifs avaient tous été écartés par mes collègues, comme par moi-même ; et que mes collègues avaient proposé de leur substituer un nouveau projet de barrage à établir sur la première cataracte, en aval de l'île de Philæ, laquelle serait entièrement submergée sous dix mètres d'eau, projet dont les bases seules ont été indiquées, qui reste à étudier, et que je persiste à considérer comme présentant de très graves inconvénients de diverses natures, comme trop aléatoire au point de vue de la stabilité du barrage, dont la rupture causerait d'immenses désastres dans la vallée, et enfin comme beaucoup trop coûteux.

Il m'eût cependant paru fort utile et même nécessaire de discuter les estimations primitives, ne fût-ce que pour répondre à la troisième question posée par M. le Sous-Secrétaire d'État (page 8 de son rapport). D'ailleurs, c'eût été le seul moyen de savoir s'il suffirait d'étabir de la même manière l'estimation du nouveau projet recommandé par mes collègues au Gouvernement, ou, au contraire, si en procédant ainsi, on n'exposerait pas le Gouvernement à entreprendre les travaux et à éprouver ensuite le grave, et d'ailleurs trop fréquent mécompte,

de voir les dépenses définitives dépasser considérablement les estimations primitives, comme cela est arrivé pour le canal de Corinthe, le Ship canal de Manchester, le pont du Forth, etc.

Quant aux parties des projets dont j'ai demandé sans succès la discussion le 7 avril, comme les portes d'écluses et les vannes, j'ai cru comprendre que mes collègues considéraient qu'il s'agissait là de détails accessoires. Je crois au contraire que ces parties du projet ont une importance capitale, car la construction des portes des écluses pourra, à mon avis, présenter encore plus de difficultés que celles du barrage du réservoir lui-même, et la somme de 178,000 livres sterling demandée par M. Stoney pour la fourniture de ses vannes (appendice IV des rapports, page 6) ne me paraît nullement négligeable.

Difficulté des délibérations.

Si nous avons délibéré longuement, tant pendant notre voyage dans le Fayoum, le Ouadi Rayan et dans la Haute-Egypte, que dans de nombreuses séances au Caire, au Ministère des Travaux publics, pour ne discuter cependant qu'une partie des innombrables questions que soulèvent les projets si importants des ingénieurs du Gouvernement Egyptien, cela tient principalement à la difficulté de s'entendre quand on ne parle pas habituellement la même langue.

M. Willcocks et Sir B. Baker ne connaissent pas suffisamment la langue française, officielle en Egypte, je ne connais pas du tout la langue anglaise, M. Torricelli ne la parle pas et, s'il parle fort bien le français, il écrit nécessairement avec beaucoup moins de facilité en français qu'en italien. Une partie importante des séances a donc été consacrée à des traductions, et parfois il en résultait des malentendus, difficiles à éviter. Puis la présence de M. Willcocks, dont l'amour-propre pouvait être froissé par la critique de ses projets, et dont l'intervention était peut-être trop fréquente dans les délibérations de la Commission, compliquait parfois les discussions les plus techniques, et menaçait même de les transformer en discussions personnelles. Nous avons eu quelque peine à en effacer la trace dans les procès-verbaux des séances, sans y être parvenus complètement, quoique les procès-verbaux des mois de mars aient été remaniés en avril pour les rendre plus clairs, mieux coordonnés et plus explicites (voir les procès-verbaux des séances des 2, 4, 5, 6 et 7 avril).

M. Torricelli, professeur et publiciste, attache à juste titre beaucoup d'importance à ce qu'il écrit en vue d'une publication imprimée ; il pensait qu'on ne publierait pas les procès-verbaux des séances, mais quand il se fut rendu compte que cette publication serait indispensable pour faire comprendre les rapports et les divergences de vue qui ont persisté entre les membres et la Commission, il a tenu essentiellement à réviser les procès-verbaux de nos discussions, il ne les a même signés que sous réserve de les revoir encore, comme je l'ai dit plus haut. J'ai du reste partagé complètement l'avis de M. Torricelli en ce qui concerne la nécessité de cette révision des procès-verbaux des séances.

C'est ainsi qu'une question absolument technique, que j'avais soulevée dans la séance du 17 mars, a donné lieu à de longues discussions dans les séances des 5 et 6 avril, où, comme je l'ai dit, M. Torricelli a fait modifier, en l'allongeant considérablement, la rédaction du procès-verbal du 17 mars, avec mon assentiment d'ailleurs, et cela m'a obligé à compléter mes observations primitives du 17 mars, qui paraissaient n'avoir pas été bien comprises.

Voyage de la Commission.

Dans une note annexée au rapport, on a rendu compte du voyage de la Commission dans le Fayoum, le Ouadi-Rayan et la Nubie. Ce voyage a été, à mon avis, beaucoup trop rapide; M. Willcocks, qui nous servait de guide, n'a pas paru comprendre, malgré mes réclamations réitérées, que s'il connaissait parfaitement le cours du Nil, une visite aussi précipitée des emplacements proposés pour l'établissement de réservoirs dans la vallée même du fleuve, en Nubie, pourrait induire en erreur les membres de la Commission, qui voyageaient pour la première fois sur le haut Nil. M. Baker avait hâte de retourner dans son pays et M. Willcocks paraissait également pressé de rentrer au Caire; il ne comprenait pas du tout l'utilité pour les membres de la Commission de visiter, en dehors des rives du Nil, les villages et surtout les monuments antiques qui s'y trouvent. Il me paraissait au contraire nécessaire de voir tout, pour examiner s'il n'y aurait pas de graves inconvénients à submerger dans les réservoirs projetés les temples antiques, les villages et toute la surface cultivée et habitée entre le fleuve et les collines qui séparent la vallée du désert, sur environ deux cents kilomètres. En fait, nous n'avons pas visité le temple de Koum-Ombos, qui serait submergé par un barrage, établi à Silsiléh et relevant les eaux à l'altitude de 101 mètres, ni les temples de Debod, Taïfa, Kalabchah, Dekka, Off-el-Dinya, qu'un barrage établi sur la première cataracte et relevant les eaux à la cote 114 mètres submergerait presque aussi complètement que ceux de l'île de Philæ. J'ignore donc quelle est la valeur artistique et archéologique de ces temples, mais les ruines qui se trouvent sur l'île de Philæ m'ont paru avoir presque la même valeur que celles de l'Acropole d'Athènes (1).

J'estime en outre qu'il ne pourrait pas être permis par les conservateurs des monuments antiques, de submerger l'un des temples de Silsiléh et de comprendre l'autre dans la tranchée à déblayer pour ouvrir un canal, comme le prévoient les projets des ingénieurs du Gouvernement Égyptien.

On m'a répété, il est vrai, plusieurs fois, mes collègues ont paru admettre et M. Garstin a semblé dire dans son rapport, que les questions relatives à la conservation ou à la destruction des temples ne sont pas de la compétence des ingénieurs. Je me suis refusé absolument à l'admettre (voir procès-verbal de la

(1) Il est vrai qu'à la page 28 de son rapport, M. Garstin propose de déplacer, pierre par pierre, les temples de Philæ; et que, plus tard M. Baker a proposé de soulever l'île entière au-dessus du niveau de la retenue (procès-verbal de la séance du 24 mars).

Ce sont-là assurément des opérations peu communes et fort aléatoires.

séance du 24 mars), car ce serait réduire le rôle des ingénieurs à celui de maîtres maçons, charpentiers ou mécaniciens; et d'ailleurs la question d'hygiène, consistant à examiner l'influence d'un réservoir sur la salubrité du pays serait encore moins que des questions d'art ou d'histoire de la compétence des ingénieurs. Elle est cependant comprise par M. Garstin dans les questions soumises à la commission technique.

J'ai eu quelque peine à obtenir qu'on continuât le voyage jusqu'à la seconde cataracte, alors qu'il me paraissait nécessaire d'examiner si on pourrait la canaliser. On m'avait dit d'abord que c'était impossible, qu'il fallait l'autorisation du Ministère de la guerre, etc., cependant le commandant de place de Ouady-Halfa, s'il nous a fait accompagner par une escorte, bien plutôt par courtoisie que pour tout autre motif, a répondu nettement à mes questions, que, si nous en avions le désir et le temps, il nous ferait conduire sans difficulté beaucoup plus loin, vers le sud, jusqu'à Sarras et Semnèh.

Mais M. Willcocks était persuadé que tout ce qui n'était pas la visite des emplacements *proposés par lui* pour l'établissement d'un réservoir était inutile et étranger à la mission de la commission : elle n'avait pas à chercher s'il n'existait pas d'autres emplacements possibles pour des réservoirs; elle n'avait pas non plus à faire aucune autre recherche d'aucune sorte.

Dans ces conditions, lorsqu'en redescendant le Nil, nous fûmes arrivés à Louqsor, comme nous n'avions plus rien à voir entre cette ville et le Caire relativement aux projets de réservoirs, je me suis séparé de M. Willcocks et de mes collègues, et je suis revenu à Guirghèh par le bateau postal, et de là au Caire par le chemin de fer, afin d'y arriver plus vite et aussi plus confortablement.

Un incident analogue m'a obligé plus tard à me séparer encore de mes collègues pendant quelques heures. Le 30 mars la commission s'est transportée dans la matinée au barrage du Delta pour voir la vanne que M. Stoney y installait à titre d'expérience. Je connaissais déjà les vannes de ce modèle depuis douze ou treize ans par le compte rendu de la séance du 20 janvier 1880 de l'Institut des ingénieurs civils de Londres, où M. Stoney lui-même les avait décrites, et aussi pour en avoir vu l'application au canal de Manchester en 1890. Après avoir examiné la vanne dans tous ses détails, je désirais visiter complètement le barrage et demander à M. Liernur bey des renseignements sur les irrigations du Delta. M. Foster, qui nous accompagnait, jugea que cela était étranger à la mission, et décida de partir à trois heures pour rentrer au Caire avec le bateau du ministère qui nous avait amenés. Mes collègues le suivirent, et je restai au barrage pour ne rentrer que plus tard au Caire.

QUESTIONS A EXAMINER

Quantité d'eau à emmagasiner dans les réservoirs.

Après ces préliminaires, plus étendus que je ne l'aurais désiré, mais que j'ai cru indispensables, j'examinerai successivement les diverses questions que les projets de réservoirs préparés par les ingénieurs du Gouvernement Égyptien me paraissent soulever.

Les premières questions à résoudre consisteraient à déterminer quelle quantité d'eau devront contenir les réservoirs et quel profit on pourra retirer de leur construction.

Dans une note au bas de la page 13 de son rapport, M. le Sous-Secrétaire d'État Garstin, fait connaître que, même dans une année de faible crue, on pourrait prendre sans inconvénient dans le Nil pour les mettre en réserve, cinq milliards de mètres cubes d'eau chaque année, pendant les mois de novembre, décembre et janvier, c'est-à-dire après le passage des eaux rouges, les plus chargées de limon. Il a calculé d'autre part (pages 10 et suivantes) que pour accroître la production du pays et mettre en culture les terres en friche, il faudrait emmagasiner dans les réservoirs et distribuer pendant l'été :

1° Pour les besoins de la Haute Egypte	1,160	millions de m³ d'eau.
2° » » » Moyenne-Egypte ...	950	» »
3° » » » Basse-Egypte	1,551	» »
Total	3,661,000,000	de m³ d'eau.

Bénéfices de l'opération.

Les bénéfices à réaliser par la construction de réservoirs de cette capacité totale seraient les suivants (pages 14 et 15 du rapport de M. Garstin) :

I. — *Bénéfices directs pour l'État :*

Basse-Egypte	278,000	L. E.
Moyenne-Egypte	571,750	»
Haute-Egypte	néant	
Total	849,750	L. E.

soit en chiffres ronds : 850,000 L.E. = 22,100,000 francs *par an*.

II. — *Bénéfices directs pour le pays :*

a) Accroissement des produits annuels :

Haute-Egypte	4,637,255	L. E.
Moyenne-Egypte	4,685,643	»
Basse-Egypte	3,390,000	»
Total annuel	12,712,898	L. E.

soit environ 350 millions de francs *par an*.

b) Augmentation de la valeur des terres:

Haute-Egypte	23,049,000 L. E.
Moyenne-Egypte..................	23,148,840 »
Basse-Egypte	»
En capital	46,197,840 L. E.

soit environ 1 milliard 200 millions de francs.

(L'augmentation de valeur des terres de la Basse-Egypte n'a pas été indiqué dans les rapports présentés à la Commission). Dans la séance du 24 mars, elle s'est bornée à prendre acte de ces chiffres, car elle n'avait ni le temps ni le moyen de les contrôler. J'ai fait seulement remarquer qu'on avait omis de compter parmi les benéfices ceux qui résulteraient de l'amélioration de la navigation du Nil, et aussi la valeur des forces motrices qui seraient créées par les barrages et qu'on pourrait sans doute utiliser (procès-verbal de la séance du 24 mars).

J'avais fait remarquer d'autre part, le 13 mars, que les chiffres ci-dessus, que M. Garstin n'a d'ailleurs indiqués que comme une première approximation, ont été contestés par plusieurs personnes habitant le Caire depuis longtemps et fort compétentes en ce qui concerne la valeur des propriétés foncières et les exploitations agricoles; mais j'avais ajouté qu'en Egypte la valeur de l'eau est telle en été, qu'il serait permis de concevoir les plus vastes projets, quand même ils devraient coûter encore plus que ceux qui ont été soumis à la Commission, pourvu que la dépense de construction des réservoirs corresponde, comparativement à leur contenance, à un prix modéré du mètre cube d'eau emmagasinée. Mais, en m'exprimant ainsi, je n'ai pas voulu dire qu'il convenait de construire immédiatement des réservoirs d'une contenance totale de deux à trois milliards de mètres cubes d'eau, comme le prévoient les projets du Gouvernement.

Il est clair que l'on ne pourrait pas utiliser immédiatement cet énorme volume d'eau, car il faudrait d'abord modifier les canaux d'irrigation existants, en construire d'autres, et aménager les terres à mettre en culture, ou à irriguer en été. Tout cela demanderait beaucoup de temps et les bénéfices à retirer de l'opération ne pourraient être réalisés qu'après de très long délais. C est ce qu'on a observé d'ailleurs dans toutes les entreprises de canaux d'irrigation, et je crois que, si on le pouvait, il serait beaucoup plus rationnel de procéder progressivement, comme l'avait indiqué dès le principe M. de la Motte. On répartirait les dépenses sur un grand nombre d'années et on profiterait immédiatement des améliorations qui résulteraient des travaux exécutés, au fur et à mesure qu'on les poursuivrait. Quoiqu'il en soit, c'est en prenant pour base les quantités d'eau à mettre en réserve, indiquées par M. le Sous-Secrétaire d'État, comme il est dit ci-dessus, que les projets des ingénieurs du Gouvernement ont été établis et que la Commission les a examinés.

RÉSERVOIR DU OUADI-RAYAN.

La Commission ayant visité en premier lieu la province du Fayoum et la dépression du Ouadi-Rayan indiquée par M. Cope Whitehouse comme susceptible d'être utilisée pour un réservoir, a examiné d'abord les projets présentés dans ce but par les ingénieurs du Gouvernement.

L'avis de la Commission sur ces projets a été unanime. Les délibérations sont contenues dans les procès-verbaux des séances des 7 et 12 mars, tenues à bord du bateau qui transportait la Commission sur le haut Nil. Mais ces procès-verbaux ne sont que le résumé succinct de longues conversations, et ils ont été revus et complétés les 26 mars et 2 avril; enfin la Commission n'a formulé ses conclusions définitives qu'après avoir entendu M. Cope Whitehouse le 27 mars, comme je l'ai expliqué plus haut. En définitive, cette audition (procès-verbaux des séances des 27 mars et 4 avril) n'a pas modifié l'avis contenu dans le procès-verbal intitulé : *Séance du 12 mars.*

A l'unanimité, la Commission a émis l'avis que le projet préparé par M. Willcocks n'était pas susceptible d'être approuvé, parce qu'il ne réaliserait pas le but que poursuit le Gouvernement égyptien. Car pour utiliser le Ouadi-Rayan, il faudrait tout au moins augmenter considérablement les dimensions du canal projeté par les ingénieurs anglais du Ministère des Travaux publics d'Egypte, entre le Nil et la dépression du Ouadi-Rayan. Le fond de cette dépression, que M. Cope Whitehouse dit avoir découvert le premier, se trouve à 40 mètres au-dessous du niveau de la mer, c'est-à-dire à peu près au même niveau que la surface actuelle des eaux dans le lac du Fayoum, le Birket-el-Kerum. Il faudrait la remplir d'eau depuis la cote 40 au-dessous du niveau de la mer jusqu'à la cote 24 au-dessus du même niveau; il faudrait ensuite remplir le réservoir, chaque année, depuis la cote 24 jusqu'à la cote 27 au-dessus du niveau de la mer, en y envoyant 1937 millions de mètres cubes d'eau du Nil, dont 1280 millions au plus pourraient être consacrés aux irrigations de la Basse-Egypte, en admettant que les eaux ne se perdent pas par des infiltrations souterraines dans l'intervalle compris entre le remplissage et le commencement des irrigations.

La Commission a émis, en outre, l'avis que les estimations de M. Willcocks était insuffisantes et lui a demandé de calculer ce que contenait le réservoir dans les conditions qu'elle avait indiquées.

M. Willcocks a fourni cette nouvelle estimation avec une rapidité très remarquable, mais peut-être excessive, car dans un si court délai, on ne peut donner que des aperçus grossièrement approximatifs.

Il résulterait de cette estimation très sommaire qu'au lieu des 2,718,420 L.E. prévues par le major Brown et par M. Garstin, ou des 3,069,750 L.E. indiquées à la Commission par M. Willcocks, d'après un profil en long récent et aux prix de son estimation primitive, il faudrait, pour établir le réservoir du Ouadi-Rayan, son canal, et les autres travaux indispensables, dépenser tout d'abord,... 3,707,880 L.E.

puis ajouter à cette dépense les sommes indiquées par M. Garstin à la page 54 de son rapport pour le barrage d'Assiout et pour les travaux d'utilisation des eaux du réservoir, soit :... 2,535,000 »

La dépense totale serait de... 6,242,880 L.E.

sans compter le nouveau canal de drainage parallèle au Bahr-Youssef, que le major Brown a indiqué à la fin de sa note du 15 novembre 1893 (appendice X des rapports imprimés), et que la Commission jugerait comme lui nécessaire, mais dont elle ne peut connaître le prix de revient, faute de posséder aucun renseignement à ce sujet.

Les frais de premier établissement du réservoir correspondraient à $\frac{6,242,880 \text{ L. E.}}{1,280,000,000 \text{ m}^3} = \overset{\text{P.T.}}{0,5}$ ou $\overset{\text{F.}}{0,125}$ par m. cube d'eau emmagasiné chaque année.

Ce prix ne serait pas trop exagéré, mais il paraîtrait à la Commission d'autant plus fâcheux de ne pas pouvoir fournir d'eau pendant l'été à la Moyenne ni à la Haute-Egypte, que les bénéfices espérés par M. Garstin sont beaucoup plus faibles pour la Basse-Egypte que pour la moyenne ou la Haute-Egypte.

En outre, si l'on établissait un réservoir dans la dépression du Ouadi-Rayan, des filtrations pourraient se produire entre ce réservoir rempli à la cote 27 au-dessus du niveau de la mer, et la province du Fayoum qui pourrait être inondée ou au moins rendue marécageuse. En effet, le niveau des terres varie dans le Fayoum de la cote 30 à la cote 7 au-dessus du niveau de la mer, et la distance entre le réservoir et le Fayoum n'est pas bien grande. En outre, si le lac du Fayoum, le Birket-el-Kerum, est plus éloigné, le niveau des eaux s'y tient à la cote 40 au-dessous de la mer. La hauteur des eaux du réservoir au-dessus de celles du lac serait de 67 mètres, et le niveau du lac pourrait s'exhausser ; dans ce cas, les riches cultures qui l'entourent seraient perdues, et le drainage de la province du Fayoum, et même de la Moyenne-Egypte, deviendrait plus difficile (1).

Dans ces conditions, la Commission a émis en définitive à l'unanimité l'avis qu'elle ne pourrait pas conseiller au Gouvernement de transformer le Ouadi Rayan en réservoir, et qu'il lui paraîtrait préférable d'établir des réservoirs dans la vallée même du Nil en barrant le fleuve.

(1) En Egypte, dans toute terre arrosée dont le drainage n'est pas assuré, le sel vient à la surface et empêche la végétation.

Au sujet des autres modes d'utilisation de la dépression du Ouadi-Rayan que M. Cope Whitehouse a demandé à la Commission d'examiner, il a exposé des idées certainement fort intéressantes, mais asssez étrangères au but de la réunion de la Commission.

Elle a cru néanmoins devoir y répondre, comme je l'ai dit plus haut, et les réponses se trouvent dans le procès-verbal de la séance du 1 avril et dans le rapport commun que j'ai signé sous réserve. Elle a émis l'avis que si l'on employait le Ouadi-Rayan pour diminuer la hauteur des crues, on s'exposerait à faire des dépenses hors de proportions avec le résultat probable de l'opération; et, ensuite, qu'elle ne pourrait pas avoir d'opinion sur les autres projets indiqués par M. Cope Whitehouse, parce qu'il faudrait d'abord que ces projets fussent étudiés, et qu'on connût l'estimation des dépenses et celle des profits à retirer de l'opération.

RÉSERVOIRS A ÉTABLIR DANS LA VALLÉE DU NIL.

Dispositions principales proposées pour les barrages de réservoirs.

Les délibérations de la Commission au sujet des réservoirs projetés dans la vallée du Nil, sont l'objet des procès-verbaux intitulés *Séances des 13, 15, 17 et 24 mars*; mais la discussion a été reprise dans les séances des 3, 4, 5, 6 et 7 avril pendant lesquelles, comme je l'ai déjà dit, on a complété et modifié considérablement les procès-verbaux primitifs, en vue de les rendre plus explicites et de les mieux coordonner. (Voir notamment le procès-verbal du 5 avril.)

Le barrage que M. Willcocks propose de construire en travers du Nil pour constituer un réservoir dont la capacité serait de 1,500 millions à trois milliards de mètres cubes, et même plus, suivant le point du fleuve où il serait établi, serait un mur en maçonnerie de granit dans lequel on ménagerait 100 ou 120 fenêtres, ou conduites d'eau, de 2 mètres de largeur sur 10 mètres de hauteur fermées par des vannes du modèle de M. Stoney. La longueur du barrage serait la suivante, suivant son emplacement :

A Kalabschèh, 800 mètres, dont 140 percés d'ouvertures fermées par des vannes.

A Assouan, 1,790 mètres, dont 660 percés d'ouvertures.

A Silsilèh, 600 mètres entièrement percés d'ouvertures. (Voir le procès-verbal de la séance du 17 mars.)

La surface totale du débouché masqué par les vannes mobiles, serait de 2,000 à 2,400 mètres carrés pour laisser passer le débit de 14,000 mètres cubes par seconde des plus grandes crues du Nil, avec une vitesse de 7 mètres par seconde dans les ouvertures, sous une chute de $4^{m},25$. (Voir § 27 du rapport de M. Willcocks.)

Lorsque le réservoir serait plein, il supporterait une charge d'eau de 15 ou 22 mètres de hauteur au-dessus du seuil des vannes. On manœuvrerait celles-ci sous cette énorme pression, et lorsqu'elles seraient levées, la vitesse de l'eau dans les ouvertures pourrait dépasser 10 ou 15 mètres par seconde. Les rapports des ingénieurs anglais du Gouvernement égyptien indiquent plusieurs hauteurs que l'on pourrait adopter pour chacun des emplacements proposés; ces hauteurs sont très grandes lorsque le terrain, suffisamment résistant, ne se rencontre qu'à une grande profondeur au-dessous de l'étiage du Nil.

Pour déterminer le profil du mur-barrage, M. Willcocks a imité celui que le professeur Rankine a proposé dans ses ouvrages. (Voir § 30 du rapport de M. Willcocks.) Ce profil ressemble beaucoup à celui qui a été adopté pour la première fois en France par M. Delocre, actuellement inspecteur général des Ponts et chaussées, lorsqu'il a construit, en 1861, le barrage du réservoir du Gouffre-d'Enfer sur le Furens, pour l'alimentation de la ville de Saint-Etienne. Ce profil est devenu classique et a été imité partout, depuis cette époque, avec diverses modifications.

Mais à la première vue des dessins de M. Willcocks, il paraît fort dangereux d'affaiblir un mur semblable par des ouvertures aussi grandes et aussi nombreuses. Les piliers séparant les vannes paraissent immédiatement des points faibles dans la construction. Et si le barrage venait à se rompre sous la pression des eaux, l'écoulement brusque des eaux du réservoir causerait de véritables désastres dans la vallée du Nil en aval.

Je ne crois donc pas que le type de barrage proposé par M. Willcocks puisse être adopté sans de grands dangers.

Le barrage doit laisser passer les crues. Séance du 13 Mars.

Dans la séance du 13 mars. M. Baker a commencé par déclarer que la hauteur proposée pour les barrages de réservoirs projetés dans la vallée du Nil est modérée, et qu'ils pourront être construits sans danger si on leur assure de bonnes fondations; il a ajouté qu'il serait nécessaire d'y ménager des ouvertures suffisantes pour empêcher l'envasement du réservoir.

M. Torricelli aurait préféré, a-t-il dit, pour la sécurité de l'Egypte, un mur-barrage plein et aussi court que possible, et il a ajouté qu'on trouverait quelque moyen pour empêcher l'envasement en amont de ce mur. Mais il a reconnu qu'il n'y avait pas même lieu de discuter cette question, puisque le Gouvernement désire laisser passer librement les crues, et ne remplir le réservoir qu'avec les eaux d'hiver, après le passage des eaux rouges.

De mon côté, j'ai émis l'avis que, dans l'état actuel de l'art des constructions, il n'y a d'impossible que les ouvrages dont le prix de revient est trop élevé comparativement au résultat à obtenir; mais qu'un réservoir fermé par un mur plein serait très difficile à construire en travers du Nil, que d'ailleurs il s'envaserait et que le dévasement serait trop onéreux. J'ai conclu qu'il faudrait construire, non pas un mur plein affaibli par des conduites d'eau, comme le

propose M. Willcocks, mais un barrage mobile analogue à celui du delta du Nil, c'est-à-dire un pont, dont les piles n'offriraient pas assez d'obstacles à l'écoulement des crues pour produire un remous important, et dont les arches seraient fermées par des vannes mobiles d'un modèle à imaginer. Il est clair qu'on saura toujours fonder les piles et le radier d'un tel ouvrage, et qu'il suffira de donner une longueur suffisante au radier et aux piles pour qu'ils résistent à la pression des eaux, quelle que soit la chute. J'ai donc affirmé qu'on saurait certainement construire un ouvrage de ce genre, d'une hauteur aussi grande qu'on le voudrait, qu'il présenterait toute garantie de sécurité, et ne pourrait occasionner aucun accident grave.

Conditions de stabilité du barrage. Séance du 15 Mars.

Dans la séance du 15 mars, M. Torricelli a rappelé les conditions dans lesquelles un mur de réservoir doit être établi pour avoir la stabilité nécessaire. On sait que ces conditions ont été déterminées en premier lieu en France par M. Delocre, actuellement président de section au Conseil général des Ponts et chaussées, à propos du barrage du Furens, et que cette question est devenue une banalité aujourd'hui, tant elle est connue par la publication de divers ingénieurs qui ont poursuivi les mêmes études.

M. Torricelli a formulé comme il suit les conditions de stabilité nécessaires, suivant lui, pour un mur de réservoir percé d'ouvertures à établir dans la vallée du Nil.

La hauteur totale du barrage, depuis la base des fondations jusqu'à la crête, devra être limitée à 35 mètres, et la chute à 25 mètres d'amont en aval du mur, en admettant que l'eau puisse s'élever accidentellement, par exemple sous l'effet du vent et des vagues, jusqu'à 3 mètres au-dessus de la retenue normale. La hauteur des ouvertures, ou conduites d'eau, de 2 mètres de largeur, traversant le mur en maçonnerie ne dépassera pas 5 mètres. La largeur des piles séparant les ouvertures sera de 5 mètres au moins, et ces piles seront calculées en considérant chacune d'elles indépendamment des autres ; on devra tenir compte du poids du mur superposé aux ouvertures et de la pression de l'eau sur les vannes et sur la paroi superposée. Dans le calcul on admettra toutes les circonstances les plus défavorables à la stabilité en négligeant les hypothèses favorables.

En plan, ce mur sera tracé suivant un arc de cercle *pour chaque groupe de 10 ouvertures* et, entre deux groupes de ce genre (de 75 mètres de longueur), on construira un gros pilier d'épaulement, capable de résister à lui seul à la poussée du mur, alors même que le mur courbe voisin n'existerait pas (ce seraient des piles-culées). Le profil des piles, normalement à l'axe courbe du mur, aura les dimensions nécessaires pour qu'en aucun point la pression ne dépasse 5 k. par centimètre carré sur le parement d'amont quand le réservoir sera vide, et sur celui d'aval quand il sera plein, en outre les parements ne devront supporter aucun effort de tension. Enfin le mur devra être construit sur un sol de granit, ou quelque autre roche compacte d'égale résistance, la maçonnerie étant disposée

en « opus incertum », et composée de pierres de granit de dimensions moyennes et de mortiers éminemment hydrauliques.

Il me paraît, en effet, prudent et nécessaire de tenir compte de presque toutes les conditions indiquées ci-dessus par M. Torricelli ; elle ne me paraissent même pas suffisantes, comme on le verra plus loin. Mais cela compliquera singulièrement la construction et elle coûtera considérablement plus que ne l'a prévu M. Willcocks ; il ne s'agit plus du projet de cet ingénieur, qui ne remplit nullement les conditions indiquées par M. Torricelli. Il faudra étudier un projet tout nouveau et cela exigera des calculs très compliqués et beaucoup de temps. Les piles-culées notamment devront être calculées comme pour un pont en arc : leur volume sera probablement fort considérable, puisqu'elles ne seront pas contrebutées en aval par le terrain naturel ou par des remblais, comme les culées des ponts, et qu'elles devront résister aux poussées des arcs voisins par leur seul poids.

M. Baker, tout en acceptant les conditions indiquées par M. Torricelli, ne s'en est pas contenté. Il a fait remarquer, à juste titre, que les eaux s'écouleraient dans les ouvertures ménagées dans le mur avec une telle vitesse que les parements en pierre n'y résisteraient pas, et il a proposé de revêtir la paroi des ouvertures avec de la fonte de $0^{m},035$ d'épaisseur. Ces ouvertures ou conduites d'eau, seraient constituées par deux tuyaux de fonte superposés, de 2 mètres de largeur et 3 mètres 50 de hauteur chacun. Ces tuyaux seraient prolongés au delà du parement d'aval du mur en maçonnerie, et pour mieux répartir les chutes d'eau, chaque tuyau serait divisé à son extrémité d'aval en trois conduits distincts. Une vanne de 8 mètres de hauteur sur 2 mètres de longueur placée à l'amont de deux tuyaux superposés règlerait les débits, au droit du centre de chaque tuyau, une petite ouverture permanente serait ménagée dans la vanne ; de petites glissières permettraient de fermer ces ouvertures avec des pièces de bois.

J'ai dû reconnaître que le modèle de barrage proposé par MM. Torricelli et Baker était réalisable, puisque j'avais déjà dit que tout est réalisable si on ne tient pas compte de l'importance des dépenses. Mais j'ai ajouté que ce type d'ouvrage présenterait de graves inconvénients.

1° La longueur et l'épaisseur du barrage seraient beaucoup plus grandes que ne l'avait supposé M. Willcocks et, par conséquent, les dépenses de construction seraient beaucoup plus considérables que ne l'ont indiqué les ingénieurs anglais du Gouvernement égyptien dans leurs rapports.

2° La précaution de garnir de fonte les ouvertures du barrage indique que la vitesse de l'eau y sera excessive.

J'ajouterai que cette vitesse d'écoulement de l'eau pouvant dépasser 12 ou 15 mètres par seconde, affouillerait à la longue le terrain le plus résistant en aval du barrage, et il y a là un très grave danger. En outre, la température variant considérablement du jour à la nuit dans la Haute-Egypte, les tuyaux de fonte se dilateront au soleil pendant le jour, surtout si leur extrémité d'aval dépasse le parement du mur, et même si elle ne le dépasse pas, puis ils se raccourciront pendant la nuit.

Ces tuyaux, s'allongeant et se raccourcissant chaque jour par un mouvement télescopique, disloqueront très rapidement la maçonnerie adjacente et la détruiront encore plus vite que ne le ferait le passage des eaux avec la vitesse que M. Baker a jugée excessive.

3° Pour que les eaux de crue s'écoulent par les tuyaux avec la vitesse de 7 mètres quand le débit atteindra 14,000 mètres cubes par seconde, ou seulement avec la vitesse de 4 mètres 25 lorsqu'il sera de 10,000 mètres cubes dans les années ordinaires, il faudra qu'il y ait une chute assez forte de l'amont à l'aval du barrage: la hauteur des crues sera augmentée en amont du barrage, la section mouillée sera augmentée, et la vitesse du courant diminuée jusqu'à une distance considérable en amont, puisqu'une retenue de 4 mètres s'étendrait jusqu'à 50 kilomètres, la pente du Nil n'étant que d'environ 0,08 par kilomètre. Dans ces conditions, le limon des eaux rouges du Nil se déposerait en partie et envaserait le lit du fleuve sur un grand nombre de kilomètres en amont du barrage.

Le nouveau projet de barrage proposé par mes collègues dans les termes que je viens de rappeler, et qui, à coup sûr, n'est pas, comme on l'a dit, une modification des propositions de M. Willcocks, mais un projet tout à fait nouveau qui reste à étudier dans ses détails, puisque le plan, la longueur [1] du mur, son épaisseur, son profil et les dispositions des ouvertures et des vannes seraient tout à fait différents, ne m'a pas paru pouvoir être recommandé davantage que celui de M. Willcocks pour barrer un fleuve comme le Nil.

J'avais déjà dit dans la séance précédente qu'on pouvait donner toute la hauteur qu'on voudrait à un barrage mobile analogue à celui du delta du Nil, mais avec des modifications qui restent à imaginer pour accomoder ce type à une grande hauteur de chute.

Mais mes collègues paraissaient dès lors admettre que leur modèle de barrage exigeant un terrain particulier de fondations, le seul emplacement possible pour le réservoir serait la cataracte d'Assouan, de telle sorte que l'île de Philæ serait submergée dans le réservoir. J'ai alors déclaré le 15 mars, mais à titre de simple indication et d'exemple de ce qu'il serait possible de faire, ou au moins d'étudier, disais-je, que l'on pourrait simplifier beaucoup la construction d'un barrage d'aussi grande hauteur en travers du Nil en divisant la chute.

On pourrait établir, ai-je dit, en aval de la cataracte, un premier barrage qui relèverait le niveau des eaux le plus possible sans submerger l'île de Philæ, puis un second en amont, et au besoin un troisième à Kalabchéh. Celui-ci relèverait les eaux à la cote 118, prévue par les ingénieurs du Gouvernement ; la capacité du réservoir serait celle qu'on désire, et chaque barrage ne supportant qu'une chute modérée pourrait être construit facilement, sans que la dépense fût exagérée ; enfin il ne serait plus nécessaire de se préoccuper autant de la

(1) La longueur du barrage serait de 1.275 mètres (séance du 17 mars).

nature du terrain des fondations. Les barrages étant complètement ouverts pendant la crue, comme celui du Delta, leur longueur serait aussi faible que possible et, plusieurs ne coûteraient pas plus qu'un seul des barrages proposés par M. Willcocks, ou par MM. Torricelli et Baker. Chacun d'eux étant accompagné d'une écluse, la navigation serait assurée sur la première cataracte en tous temps ; enfin, à coup sûr, ils ne présenteraient pas les inconvénients qui me paraissent rendre inadmissibles les projets de M. Willcocks ou de mes collègues.

J'ai persisté d'ailleurs dans mes déclarations précédentes : qu'on pourrait établir un barrage d'une hauteur aussi grande qu'on le voudrait, *ailleurs que sur la cataracte, mais sur un modèle tout autre* que celui de M. Willcocks ou de mes collègues.

Séance du 17 Mars

Dans la séance du 17 mars, Sir Benjamin Baker a proposé de résumer les critiques que la Commission avait formulées précédemment sur les projets présentés par le Gouvernement égyptien à la Commission, et il a demandé si j'avais quelque suggestion à faire pour augmenter encore la solidité du barrage dont il avait indiqué les bases de concert avec M. Torricelli. J'ai fait alors, en séance, un calcul très simple, qui est relaté au procès-verbal ; il montre que dans le projet de barrage de M. Willcocks, sur la base des piliers qui séparent les ouvertures fermées par des vannes, la pression verticale, due au poids des maçonneries, sera de $3^k,50$ par centimètre carré, et la poussée horizontale due à la pression de l'eau sera de $2^k,45$ par centimètre carré, en supposant la retenue à son niveau normal, qui pourra cependant être dépassé accidentellement. Il en résulte que le coefficient de frottement de l'assise inférieure des piliers sur le massif plein des maçonneries de fondations, sera de $\frac{2.45}{3.50} = 0.70$.

Estimant que dans ces conditions le barrage n'aurait pas la stabilité nécessaire, j'ai demandé à mes collègues « *s'ils admettaient que le mortier sous les* « *piliers pourrait supporter une tension de $2^k,45$ par centimètre carré et s'ils* « *admettaient le coefficient de frottement 0.70* ».

Cette phrase, extraite littéralement du procès-verbal primitif de la séance du 17 mars et, il est vrai, trop laconique, a donné lieu à des malentendus et à de longues discussions. On a été jusqu'à me dire que mon calcul était incorrect, qu'il n'était pas conforme aux données de la science, mais cette observation que je n'avais pas acceptée n'a pas été inscrite au procès-verbal. Plus tard, les 5 et 6 avril, on a repris cette discussion technique, sur laquelle je suis contraint de m'étendre un peu, parce qu'elle a pour but de montrer le point faible d'un mur de réservoir percé d'ouvertures trop grandes. On m'a dit qu'il n'y aurait pas d'assises horizontales, mais que les moellons seraient enchevêtrés dans la maçonnerie, et, d'autre part, que le mortier ne supporterait pas la tension de $2^k,45$ par centimètre carré. J'ai dû, pour me faire comprendre, remplacer la phrase indiquée textuellement ci-dessus, par la rédaction suivante, qui dit évidemment la même chose en termes plus clairs :

« M. Boulé demande à MM. Torricelli et Baker s'ils admettent que la « résistance du mortier sous les piliers suffira, pour résister à la poussée hori« zontale de $2^k,45$ par centimètre carré à la base des piliers qui séparent les « vannes, et s'ils admettent pour le coefficient de frottement des maçonneries « de ces piliers sur le massif des fondations, le chiffre de 0,70. »

MM. Baker et Torricelli m'ont répondu très longuement et leurs observations, préparées à l'avance, ont été insérées au procès-verbal intitulé : *Séance du 17 mars*. La discussion eût été trop confuse, en effet, si elle avait été éparpillée dans plusieurs procès-verbaux.

M. Torricelli a dit, entre autres choses, qu'il ne comprenait pas l'opportunité et l'utilité de ma question, que dans un barrage plein, le coefficient de 0,70, (1) quoique un peu élevé peut être admis pour une section horizontale quelconque......, mais que, dans l'espèce, il n'est pas acceptable et qu'il faut être plus prudent. Il a ajouté que j'ai considéré la condition qui a peut-être le moins d'intérêt...... car, si on prend les précautions nécessaires, on a les moyens de s'opposer au glissement, par exemple, en disposant la maçonnerie en « opus incertum » etc., etc...... et qu'il est convaincu que si la pression sur les parements n'est pas trop forte, le coefficient de frottement ne le sera pas non plus.

M. Baker a fait aussi des observations assez longues, et M. Willcocks m'a répondu de son côté, de sorte que j'ai dû répliquer (voir le procès-verbal intitulé: *Séance du 17 mars*...., que d'accord avec mes collègues, je considérais les assises inclinées et surtout celles tracées en courbe, sur les dessins de M. Willcocks (planche 3) comme plus nuisibles qu'utiles......et qu'aux conditions indiquées par M. Torricelli pour garantir la stabilité du mur, il faut ajouter que la résultante des forces ne fera pas un angle trop fort avec la normale à une section quelconque du mur. J'ai persisté à déclarer que l'angle de 70° serait trop fort, et qu'il convenait, dans l'espèce, de s'assurer que les piliers séparant les ouvertures ne supporteraient pas un effort tranchant trop considérable.

Après mes explications, M. Torricelli a enfin déclaré qu'il était d'accord avec moi sur ce point essentiel.

Une autre discussion technique est relatée dans le même procès-verbal du 17 mars au sujet de la vitesse que prendra l'eau dans les ouvertures du barrage de M. Willcocks, ou dans les tuyaux en fonte de M. Baker. M. Willcocks a admis la formule $v = 0{,}80\sqrt{2gh}$; j'ai émis l'avis que le coefficient 0,80 est trop élevé ; M. Baker a proposé 0,78, et ce chiffre a été accepté par M. Torricelli, à condition que les ouvertures des tuyaux en fonte soient évasées.

J'ai fait toutes réserves au sujet de ce coefficent qui est, suivant moi, parfactement inconnu, faute d'expériences faites dans des conditions analogues. J'ai d'ailleurs ajouté, avec l'assentiment de M. Torricelli, que, dans l'espèce, pour

(1) Autrement dit l'angle de 35° pour l'inclination, sur la normale à un plan traversant le mur, de la résultante des poids des maçonneries et des pressions d'eau.

calculer la vitesse de l'eau dans des tuyaux de 20 mètres environ de longueur, ce ne serait pas la formule trouvée par Torricelli au XVIe siècle qu'il faudrait employer, mais que le calcul serait beaucoup plus compliqué, et qu'enfin cette question n'avait qu'un intérêt secondaire.

Il suffit en effet de savoir que la vitesse serait trop grande et exigerait une retenue trop forte pendant les crues, et qu'en été, pendant la vidange du réservoir, elle serait tout à fait excessive, si l'on ouvrait les vannes par le bas comme l'exige le modèle de vannes de M. Stoney.

Emplacements proposés pour les réservoirs de la vallée du Nil. Séance du 24 mars.

La discussion de l'emplacement à choisir pour le réservoir fait l'objet du procès-verbal intitulé : *Séance du 24 mars*.

Mes collègues ont déclaré que, malgré la nature excellente de la roche dans laquelle le Nil s'est frayé un passage à Kalabchèh, on ne pourrait pas accepter cet emplacement pour la construction d'un barrage *du type qu'ils ont adopté*, parce qu'il faudrait descendre les fondations trop bas et qu'il en résulterait des dépenses trop considérables.

Ils ont émis la même opinion au sujet de l'emplacement de Silsilèh, où les rives et le fond du fleuve sont constitués par des couches de grès, entre lesquelles sont intercalées, du moins sur les rives, des veines d'argile, de sable, ou de petites couches de grès tendre. Il est vrai qu'on ne connaît guère la nature des roches en contre-bas des eaux du Nil, car ici comme partout les sondages ont été faits à la cuillère, dans le sable, et ils ont été arrêtés dès qu'on rencontrait une roche un peu dure, que l'outil ne pouvait pas attaquer.

MM. Baker et Torricelli ont conclu, en définitive, qu'il n'y a pas d'emplacement plus avantageux pour construire le barrage de réservoir que la cataracte d'Assouan, où l'on trouve, a dit M. Baker « une bonne roche, des îlots nombreux, « une large section, des eaux peu profondes pour les travaux ».

Se préoccupant cependant du temple de Philæ, « qu'il regretterait de voir « déplacé et porté sur un autre emplacement », comme l'a indiqué M. Garstin, M. Baker a émis l'avis qu'il serait « tout à fait possible de faire monter ce « temple plus haut que le niveau de l'eau du réservoir, sans avoir à déranger « une seule pierre des temples, et possible aussi d'exhausser le niveau de l'île « également ».

Il a ajouté que le temple deviendrait encore plus intéressant qu'aujourd'hui, les visiteurs ayant à admirer l'opération qui aurait été faite. Et il sait « par « expérience qu'il est dans toute circonstance meilleur marché de soulever en « l'exhaussant un bâtiment que de le déplacer et de le reconstruire. Son opinion « est que la somme de L. E. 200,000 incluse dans le rapport est plus que suffi- « sante pour ce travail ».

« La préservation des antiquités n'est pas une question de génie ; il pense « qu'il doit exprimer son opinion qu'il donne en qualité d'ingénieur et, comme « tel, il ne voit pas la nécessité d'inonder le temple, ni de le transporter sur

« un autre emplacement ; c'est là une question de dépenses relativement petites », a-t-il dit.

M. Torricelli a fait la déclaration suivante : « Observant que M. Garstin, « aux pages 29 et 55 de sa note, dit que c'est au Gouvernement de décider la « question de l'île de Philæ, il croit devoir se désintéresser de cette question-là. « Il pense que la responsabilité de la Commission serait trop grave (responsabi- « lité qu'il n'assumerait jamais) si elle devait se prononcer à cet égard. Il « observe seulement que l'emplacement d'Assouan répond entièrement aux « conditions de fondation qu'il a signalées dans les séances précédentes, et qu'il « croit nécessaires pour pouvoir exécuter un barrage ouvert. »

Ainsi mes deux collègues déclarent qu'il n'y pas d'autre emplacement possible pour établir un réservoir dans la vallée du Nil, en dehors de la cataracte d'Assouan. C'est aller plus loin que M. Garstin, qui a placé les projets dans l'ordre suivant, (page 55 de son rapport) :

1° Un barrage-réservoir à la cote d'altitude 114 sur la cataracte d'Assouan.

2° Un barrage-réservoir à la cote 118 à Kalabchéh (sa contenance serait plus grande).

3° Un barrage-réservoir à la cote 101 à Silsileh.

4° Le projet du Ouadi-Rayan.

Il a ajouté : « Je sais parfaitement que la difficulté qui se dresse à propos « du temple de Philæ, est absolument sérieuse et qu'à elle seule, peut-être, « *probablement pour mieux dire*, elle amènera le rejet du projet. »

M. Garstin a dressé ensuite le tableau suivant des projets à comparer :

NOMS DES RÉSERVOIRS	COUT DES RÉSERVOIRS EN LIVRES ÉGYPTIENNES (1)	COUT DES TRAVAUX POUR L'UTILISATION DE L'EAU EN LIVRES ÉGYPTIENNES	COUT TOTAL EN LIVRES ÉGYPTIENNES
I. Assouan	1.600,000	3,001,000	4,601,000
II. Kalabchéh	1,600,000	3,001,000	4.601,000
III. Silsilèh	1,650,000	3,001,000	4,651,000
VI. Ouadi-Rayan	2,727,000	2,535,000	5,262,000

On a déjà vu, d'ailleurs, que les chiffres ci-dessus devraient être modifiés. Le barrage proposé par mes collègues à Assouan coûterait beaucoup plus de L. E. 1,600,000, au moins 50 °/₀ en plus, et peut-être le double.

J'ai déclaré dans la séance du 27 mars (voir ce procès-verbal très important) que je ne pourrais, pas plus que mes collègues, engager le Gouvernement à construire à Kalabchéh, et encore moins à Silsileh, un barrage supportant 25 mètres de retenue d'eau, *suivant le type proposé par les ingénieurs du Gouvernement égyptien ; ni même suivant le type recommandé par mes collègues.*

(1) La livre égyptienne vaut 25 fr. 92 cent.

J'ai ajouté qu'une retenue à la cote 118 à Kalabchéh, submergerait complètement les terrains cultivés sur les rives du Nil, ainsi que les temples de Kalabchèh, Dakeh, Off-el-Dunya et tous les villages (notamment Korosko, la ville la plus importante de la Nubie après Assouan), jusqu'à une très grande distance en amont du barrage, et enfin les cimetières de ces villages. Je pensais qu'il y aurait lieu d'examiner mûrement les inconvénients d'un ouvrage de ce genre, qui obligerait à exproprier et à déplacer des villages et qui dépeuplerait le pays sur 200 kilomètres de longueur, jusqu'à ce qu'on eût pu rétablir la végétation et les villages à un niveau plus élevé. J'ai fait observer, en outre, que M. Rogers pacha, directeur des Services sanitaires, a déclaré qu'en submergeant les cimetières dans le réservoir, on risquerait de nuire gravement à la salubrité du pays.

J'ai persisté d'ailleurs à affirmer que des ingénieurs familiarisés avec les progrès réalisés dans la construction des barrages mobiles et des fondations hydrauliques, sauraient facilement établir à Kalabchèh, ou ailleurs, *par d'autres procédés que ceux indiqués par les ingénieurs anglais du Gouvernement égyptien, ou par mes collègues,* un barrage mobile de la hauteur qu'on jugerait nécessaire, ou, comme je le préférerais, plusieurs barrages de moindre hauteur, réalisant les améliorations qu'on recherche, sans porter une atteinte aussi sérieuse à la contrée située en amont des barrages, et en donnant de l'eau aux habitants de la Nubie, plutôt que de les chasser du pays et de faire le vide sur 200 kilomètres entre Assouan et Wadi-Halfa. Ceci consisterait, peut-être, à rapprocher la frontière d'Assouan, au lieu de la porter au sud de Wadi-Halfa.

Sur la demande de M. Torricelli, M. Willcocks a indiqué, dans la séance du 26 mars, que trois barrages, relevant les eaux au niveau des berges en aval d'Assouan, sur la cataracte et en amont, formeraient une réserve de 1,289,000,000 de mètres cubes d'eau : ce serait déjà beaucoup et ce serait moins coûteux que ce que se proposent mes collègues, et, à coup sûr, cela ne présenterait pas les mêmes inconvénients et les mêmes dangers.

En ce qui concerne l'emplacement de Silsilèh, j'ai fait remarquer que la retenue prévue à la cote 101 submergerait la ville d'Assouan, dont la place, près du Nil, est à la cote 94, et aussi le temple de Koum-Ombos et le petit temple de Silsilèh, et qu'en tous cas, il serait inutile et il ne pourrait pas être permis, comme le prévoit le projet de M. Willcoks, de comprendre dans la tranchée du canal à ouvrir le grand temple si remarquable de Silsilèh : on ne saurait le déplacer puisqu'il est creusé dans la montagne.

Au sujet du barrage d'Assouan, j'ai refusé de me désintéresser d'aucune question, fut-elle étrangère à l'art de l'ingénieur, car pour des travaux d'une si grande importance, il faut envisager tous les points de vue : l'intérêt des populations, de la navigation, du commerce et de l'industrie, et même les questions d'art et d'archéologie, comme les autres. Et, adoptant l'avis du major Ross et du colonel Scott Moncrieff, j'ai déclaré que je ne saurais m'associer à aucune proposition de submerger, ou même de modifier d'une manière quelconque les



anciennes constructions qui se trouvent dans l'île de Philæ, car elles me paraissent avoir une valeur presque égale à celles de l'Acropole d'Athènes.

J'ai ajouté que si je le faisais, je serais certain d'être honni, non seulement par mes compatriotes, mais par l'opinion publique de toute l'Europe. En outre, on submergerait les temples de Debod, Gertassèh, Kalabchèh, Dekkèh, Off-el-Dunya, que je n'ai pas pu visiter, et la ville de Korosko. J'ai enfin cité l'exemple du barrage du Delta dont on connaît le mode de fondation, rendu tout à fait vicieux par des motifs étrangers à la volonté de Mougel bey (1), qui le construisait, et l'exemple des barrages de la Moscowa, pour prouver qu'il n'est pas impossible de construire un barrage mobile de grande hauteur sur des fondations même mauvaises, et que d'ailleurs on les exécuterait mieux qu'on ne l'a fait au Delta et sur la Moscowa : j'ai conclu que pour préparer un projet sérieux, où l'invention de dispositions nouvelles aurait une grande part, il faudrait beaucoup de temps et même le concours de beaucoup d'ingénieurs et de constructeurs expérimentés.

C'est ainsi que l'on procède, souvent en France, pour des ouvrages spéciaux, ou présentant des dispositions nouvelles, comme je l'ai expliqué dans la séance du 24 mars, en citant un exemple frappant de concours de ce genre (voir le procès-verbal de la séance du 24 mars), et je crois savoir qu'on procède à peu près de même en Egypte, car, lorsque pour les chemins de fer ou autre administration publique, on veut entreprendre des travaux importants de ponts, tramways, égouts, etc., on appelle tous les entrepreneurs d'Europe à présenter leurs propositions, leurs devis et leurs estimations, suivant un programme déterminé par le Gouvernement.

Dans l'espèce, pour faire étudier complètement la question et pour choisir le meilleur projet, je crois qu'il y aurait lieu d'ouvrir un concours public en Europe.

Mais pour déterminer des constructeurs sérieux à se présenter au concours, après avoir fait les études préalables nécessaires, études qui seront encore fort coûteuses, malgré les renseignements recueillis par M. Willcocks et ses collaborateurs, il faudrait exiger des garanties sérieuses des concurrents et leur en donner en ce qui concerne le jugement du concours.

J'estime que le concours devrait avoir lieu dans les conditions suivantes :

1° En même temps qu'on annoncerait le concours, on ferait connaître la composition du jury chargé d'examiner les projets.

2° A mon avis, ce jury devrait être composé d'ingénieurs de différentes nationalités, désignés chacun par leur Gouvernement, comme le sont actuellement les commissaires de la Caisse de la Dette, si cette Caisse devait concourir au paiement des dépenses.

(1) Une partie du barrage du Delta du Nil repose sur dix mètres d'épaisseur d'enrochement. Sur la Moscowa on n'a pas employé de maçonnerie dans les fondations, mais seulement du bois et de l'argile.

3° Les concurrents sauraient à l'avance si l'auteur du projet jugé le meilleur sera déclaré adjudicataire des travaux aux prix qu'il aura indiqués (ce serait le meilleur moyen d'avoir une estimation exacte des dépenses), ou bien si cet auteur recevra une prime, dont le montant sera annoncé en même temps que le concours. (Il y aurait peut-être lieu de promettre une deuxième prime pour le projet placé en seconde ligne par le jury.)

4° Dans le cas où l'auteur du meilleur projet serait déclaré adjudicataire, il conviendrait peut-être de charger le même jury de recevoir les travaux et d'approuver le règlement définitif des comptes.

Question d'hygiène.

Monsieur le Sous-Secrétaire d'État avait demandé à la Commission d'examiner l'influence que pourraient avoir les réservoirs sur l'hygiène et la salubrité du pays. Cette question a été discutée dans la séance du 28 mars, et la Commission a émis l'avis que des réservoirs ne pourraient avoir qu'une influence heureuse sur la salubrité du pays. Elle a adopté entièrement les conclusions du rapport de M. Rogers pacha, directeur des Services sanitaires, en laissant au Gouvernement le soin de décider s'il y a lieu de prendre l'avis de quelque autre spécialiste.

Estimation des barrages mobiles.

A la fin de la séance du 2 avril, M. Torricelli a demandé à M. Willcocks de faire un avant-projet sur les bases que j'avais indiquées, et d'évaluer la dépense qui en résulterait. J'ai répondu immédiatement que cela me paraissait impossible et la séance ayant été levée, j'ai terminé mes explications le 3 avril. (Voir le procès-verbal de cette séance).

M. Willcocks s'étant déclaré prêt à faire l'avant-projet et l'estimation demandés par M. Torricelli, j'ai fait remarquer que j'avais indiqué plusieurs programmes et qu'il faudrait d'abord *inventer* des dispositions nouvelles pour des barrages mobiles d'aussi grande hauteur, de sorte que M. Willcocks s'engageait à *inventer* immédiatement le nouveau système, le meilleur. Et j'ai exprimé la crainte qu'il ne fasse l'estimation d'un barrage analogue à ceux dont il a déjà donné les projets, lequel présenterait beaucoup d'inconvénients et serait beaucoup trop coûteux, tandis que je proposais d'adopter des dispositions complètement différentes, plus sûres et moins onéreuses. De la sorte, ai-je dit, M. Willcocks s'exposerait à faire l'estimation d'une pyramide, tandis qu'il s'agirait d'un obélisque.

J'ai d'ailleurs expliqué à M. Torricelli que dans le barrage qu'il propose, le rapport du plein au vide serait de 2,75, tandis que dans le barrage du Delta, que je propose d'imiter avec les modifications nécessaires, ce rapports et de 0,60, de sorte qu'un barrage mobile analogue à celui du Delta, aurait 400 à 500 mètres de longueur, au lieu de 1275 mètres, et que, même en doublant la longueur des piles et des fondations, on arriverait à une dépense bien moindre pour un barrage mobile que pour le mur percé de trous, proposé par MM. Torricelli et Baker.

Celui-ci serait d'autant plus coûteux que les dispositions demandées par M. Torricelli pour le plan (longueurs successives de 75 mètres en arc de cercle, séparées par des piles-culées) imposent au constructeur des sujétions considérables.

Les arcs ne pourraient avoir qu'une faible flèche par rapport à la corde de 75 mètres, et travailleraient de manière différente suivant que le réservoir serait plein ou vide.

De même que dans tous les arcs de ponts, l'extrados supporterait des efforts de compression considérables à la clef lorsque le réservoir serait plein et l'intrados serait à l'état de tension ; au contraire quand le réservoir serait vide les variations de température qui sont énormes à Assouan produiraient des efforts de compression à l'intrados et de tension à l'extrados. Cependant M. Torricelli a déclaré que, dans les barrages de réservoir, on ne doit jamais admettre d'efforts de tension sur les parements d'amont ou d'aval.

D'autre part, lorsque le barrage serait plein, les poussées de deux arcs voisins sur la pile-culée qui les séparerait, produiraient une résultante horizontale normale à la direction générale du barrage, et pour que la pile-culée résiste par son seul poids, son volume et sa longueur devraient être considérables. La pile devrait d'ailleurs être très large pour résister à la poussée de l'un des arcs, en supposant que le voisin n'existe pas, comme l'a demandé M. Torricelli. Voilà beaucoup de motifs pour que le calcul du barrage soit très compliqué et que la dépense soit énorme. Cependant, dès le 24 mars, M. Willcocks avait présenté l'estimation du barrage de MM. Torricelli et Baker, sans avoir assurément rien calculé de tout cela ; et il s'est engagé, le 3 avril, à calculer, aussi rapidement, le prix d'un barrage mobile, sans même chercher comment il serait fait. Et c'est pourquoi je me suis étonné que M. Torricelli puisse attacher aucune importance à de semblables évaluations; M. Torricelli m'a répondu (voir le procès-verbal) :

« J'ai la plus grande confiance dans l'habileté de M. Willcocks.....; je
« suis d'avis qu'il est à même de faire en peu de temps cet avant-projet, tandis
« que ce travail demanderait un délai prolongé si on devait le confier à d'autres,
« *qui ne jouissent pas d'une expérience aussi consommée* ».

Je n'avais assurément rien à répondre à cet argument péremptoire.

Estimations des divers projets.

Dans la séance du 7 avril, j'ai fait remarquer que la Commission n'avait pas encore discuté complètement la troisième question posée par M. Garstin à la page 8 de son rapport, question comprenant l'examen de tous les dessins, plans et estimations. Je n'ai obtenu aucune réponse. Cependant il eût été utile d'examiner les estimations des projets primitifs pour savoir si on pourrait établir de la même manière sommaire, et sur les mêmes bases, le nouveau projet recommandé par mes collègues. Pour ma part, j'avais beaucoup de critiques à faire sur les estimations jointes aux rapports distribués à la Commission.



Il y a mieux, le 17 mars M. Baker avait demandé à M. Willcocks de faire l'estimation du projet de barrage d'Assouan sur les bases qu'il avait indiquées de concert avec M. Torricelli. Le 24 mars, M. Willcocks m'a présenté un croquis de ce barrage et le résultat de ses calculs, en me demandant si j'avais des observations à faire. J'ai demandé à examiner ces projets à loisir; je les ai rendus au secrétaire de la Commission quelques jours après et il n'en a plus été question. En effet, il eût sans doute été inutile de discuter un nouveau projet fait, ou plutôt esquissé, aussi rapidement.

Vannes Stoney's.

Nous nous sommes transportés au barrage du Delta pour examiner les vannes de M. Stoney, mais nous n'avons pas discuté s'il serait nécessaire d'employer ce modèle breveté, si onéreux. La vanne d'essai, que nous avons examinée, a 4 mètres de longueur sur 7 mètres de hauteur et pèse, m'a-t-on dit, 11 tonnes, soit moins de 400 k. par mètre carré, mais il faut compter aussi les guides, treuils et autres accessoires, pesant autant, et enfin le contre-poids, chargé de vieilles fontes et de pierres, et pesant aussi 11 tonnes. Le poids total serait ainsi de moins de 1200 k. par mètre carré, et le prix indiqué de 75 Lst., ou environ 1950 fr. par mètre carré, ferait ressortir le prix du kilogramme d'acier à plus de 1 fr. 60, ou plutôt 0 f. 20 pour le contre-poids et 1 fr. 87 pour l'acier. C'est là assurément un prix excessif. Et, dans la séance du 3 avril, j'ai fait remarquer qu'il serait très facile de choisir quelque autre modèle de vannes, parmi ceux qui ont été expérimentés avec succès ailleurs, et qu'en tous cas il me paraîtrait absolument mauvais de manœuvrer des vannes sous 22 mètres de pression d'eau, quand on peut très aisément s'en dispenser au moyen de quelque artifice fort simple.

Ecluses.

J'ai fait remarquer aussi, dans les séances des 3 et 7 avril, que les écluses n'avaient pas été étudiées suffisamment et que leurs portes ne l'avaient pas été du tout. On ne m'a pas répondu. Mes collègues ont paru considérer tout cela comme des détails de maigre importance, cependant j'ai dirigé sur la Seine la construction d'un assez grand nombre de barrages et d'écluses, et l'écluse a souvent coûté plus que le barrage.

Ce sont comparativement de petits barrages, m'a-t-on dit, mais les écluses étaient en rapport avec les barrages. Si l'on veut un barrage de 22 mètres de chute, l'écluse supportera aussi 22 mètres de chute et comme on devra y faire passer les bateaux, même lorsque le réservoir sera vide, et qu'alors la chute sera très faible, le radier d'amont devra être presque au même niveau quece lui d'aval. Les portes d'amont auront plus de 20 mètres de hauteur et, dans ces conditions, il sera au moins aussi difficile de construire les écluses et leurs portes que le barrage et ses vannes. Assurément, le prix des écluses sera beaucoup plus cher que ne l'a prévu M. Willcocks.

Avant de terminer, j'aurais encore à examiner un grand nombre de questions très importantes, mais je ne le puis sous peine d'étendre outre-mesure ce rapport déjà trop long. **Questions diverses.**

Ainsi M. le Sous-Secrétaire d'Etat a indiqué, comme il suit, à la page 8 de son rapport, les questions à examiner par le Ministère des Travaux publics.

1° Moyens d'utiliser le surplus de l'eau emmagasinée dans les réservoirs.

2° Travaux rendus nécessaires dans la Haute, la Moyenne et la Basse-Egypte pour l'utilisation de l'eau.

3° De l'effet sur la Haute-Egypte de l'abolition complète ou partielle du système des bassins et substitution de l'irrigation pérenne.

4° De l'effet sur le Nil dans la Basse-Egypte de l'abolition des bassins de la Haute-Egypte.

Ce sont là des questions fort compliquées, qui demandent de très longues études et que la Commission n'aurait évidemment pas pu examiner pendant son court séjour en Egypte.

Dans son rapport de 1891, M. Scott Moncrieff avait proposé de nommer une Commission, comprenant un ingénieur français, un ingénieur allemand, un anglais et même un ingénieur américain, qui seraient venus en Egypte en novembre 1891 et auraient parcouru le haut Nil, de sorte, dit-il, qu'en février ou mars 1892, le Gouvernement aurait pu avoir leurs conclusions. Il n'aurait pas fallu, en effet, moins de temps pour étudier toutes les questions que soulèvent les projets des ingénieurs anglais actuellement employés par le Gouvernement égyptien. Ce délai eût été trop court peut-être.

C'est pourquoi la Commission n'a pu qu'effleurer un certain nombre des questions à étudier. Mes collègues ont semblé vouloir se restreindre aux questions indiquées par M. Garstin, comme étant de son ressort. J'ai déjà expliqué pourquoi, dans ces conditions restreintes, je n'aurais pas pu accepter de faire partie de la Commission.

Mais je ne puis terminer sans regretter que mes collègues n'aient pas consenti à discuter toutes les questions indiquées par M. Garstin, comme étant de la compétence de la Commission.

Résumé et Conclusions.

En résumé, la Commission après avoir examiné tous les projets qui lui ont été soumis par les ingénieurs du Gouvernement égyptien, a reconnu qu'aucun d'eux ne pouvait être approuvé.

Elle les a rejetés à l'unanimité.

Les canaux proposés pour envoyer les eaux surabondantes du Nil dans la dépression du Ouadi-Rayan, et les distribuer ensuite en vue d'accroître les irri- **Ouadi-Rayan.**

gations, seraient trop petits pour réaliser le but que poursuit le Gouvernement. Il faudrait les augmenter considérablement, et cela ne suffirait peut-être pas encore, s'il s'établissait des filtrations souterraines abondantes du réservoir du Ouadi-Rayan vers la province du Fayoum, ou vers quelque partie non explorée du désert, au sud ou à l'ouest du Ouadi-Rayan.

Si des filtrations se produisaient du côté du Fayoum, il pourrait en résulter de graves dommages dans cette contrée.

La Commission n'a, d'ailleurs, pas pu émettre un avis ferme sur l'importance des infiltrations à craindre. Il aurait fallu pour cela qu'on eût exécuté, au préalable, des sondages suffisants. Ceux qui ont été faits jusqu'à présent n'ont traversé que la couche superficielle de sable qui recouvre les assises rocheuses entourant la dépression du Ouadi-Rayan. Il aurait fallu descendre ces sondages à travers les roches jusqu'au niveau du fond des canaux prévus et même jusqu'au niveau du fond de la dépression pour reconnaître l'importance de la perméabilité des couches de sable ou d'argile qui séparent les bancs de roche solide et compacte.

D'autre part, les estimations du projet soumis à la Commission étaient établies avec des prix unitaires trop faibles. M. Willcocks a présenté à la Commission, avec une rapidité extraordinaire, une nouvelle estimation des dépenses à faire pour établir un réservoir dans le Ouady-Rayan, en augmentant les dimensions des canaux et les prix unitaires des travaux, comme la Commission l'avait indiqué.

La dépense serait alors trop considérable eu égard au résultat à obtenir, attendu que ce réservoir ne profiterait qu'à la Basse-Egypte, tandis qu'on réaliserait des profits beaucoup plus grands dans la Moyenne ou la Haute-Egypte.

En outre, la nouvelle estimation a été faite dans un si court délai qu'elle ne suffit pas, à mon avis, pour garantir que les dépenses réelles ne seraient pas beaucoup plus considérables. Quant aux autres projets indiqués par M. Cope-Whitehouse à la Commission, elle n'a pu avoir d'avis ferme à leur égard, ne disposant pas des éléments nécessaires pour évaluer la dépense de premier établissement de ces projets et les profits que le pays pourrait en tirer.

La Commission a émis, en définitive, l'avis qu'il lui paraîtrait préférable d'établir les réservoirs dans la vallée du Nil, plutôt que dans la dépression du Ouadi-Rayan.

Barrages des réservoirs à tiée du Nil.

Les projets de barrages, préparés par les ingénieurs du Gouvernement égyptien pour l'établissement d'un réservoir dans la vallée du Nil, ont paru à la Commission aussi défectueux que le projet des canaux du Ouadi-Rayan.

La Commission a reconnu à l'unanimité que les dispositions proposées pour le barrage à établir en travers du fleuve, ne présentaient pas les conditions de solidité nécessaires. Ce mur de réservoir d'une hauteur de plus de 20 mètres au-dessus des eaux ordinaires du Nil et contenant une réserve d'eau de deux à

trois milliards de mètres cubes et peut-être plus, pourrait se rompre sous cette charge d'eau et il en résulterait alors de véritables désastres dans la vallée, en aval. La Commission n'a pas discuté, malgré mon invitation, les estimations préparées pour la construction de ce mur de réservoir, qui ne serait pas solide. Cependant cela eût été nécessaire pour savoir si l'on pourra se contenter d'estimations faites sur les mêmes bases pour un autre projet. Or ces estimations ne me paraissent pas présenter les garanties nécessaires contre de graves mécomptes lors du règlement des dépenses. Si quelques dispositions me paraissent inutilement trop onéreuses, comme les vannes de M. Stoney, qui sont estimées plus de 1 fr. 50 le kilogramme d'acier, en poutres profilées d'une construction très facile, d'autres parties des projets, comme les écluses et leurs portes, n'ont pas été étudiées suffisamment ; leur construction me paraît au moins aussi difficile que celle du barrage, et l'estimation des écluses me paraît bien faible et établie fort arbitrairement, sans études suffisantes. Leurs dispositions ne sont même pas représentées sur les dessins, et il y aurait lieu tout d'abord d'examiner mûrement quelles dimensions il faudrait leur donner pour recevoir les bateaux qui pourront circuler sur le Nil et ses cataractes, et ceux qui peuvent passer dans les canaux du Delta.

Mes collègues ont présenté le programme d'un nouveau projet de barrage à substituer à celui de M. Willcocks. L'étude en sera longue et demandera des calculs très laborieux pour réaliser toutes les conditions indiquées par M. Torricelli, qui seraient en effet presque toutes nécessaires, mais ne me paraissent pas encore suffisantes. Le barrage différerait de celui de M. Willcocks en ce qui concerne le plan, la longueur, la largeur du mur et même sa hauteur au-dessus de la retenue. Toutes les dispositions des maçonneries, ainsi que celles des ouvertures nécessaires pour laisser passer les eaux, ouvertures qui seraient garnies de fonte, et enfin les vannes diffèrent des dispositions prévues primitivement. J'ai déjà dit que les écluses devraient être étudiées complètement.

On voit que c'est un projet tout à fait nouveau à étudier, et non pas, comme on l'a dit, une simple modification des détails de construction. M. Willcocks a présenté le 24 mars un croquis et une estimation de ce nouveau projet, qui lui avait été indiqué le 17 : l'estimation s'élevait d'ailleurs à près de 50 °/₀ au-dessus de son estimation primitive. Cette estimation n'a pas été discutée, bien que, le 24 mars, on m'ait demandé si j'acceptais ce nouveau projet, et que je me sois montré disposé à le discuter quelques jours plus tard. Il me paraît d'ailleurs impossible d'attacher aucune importance à une estimation ainsi établie, sans qu'on ait même fait aucun des calculs de stabilité indiqués par M. Torricelli.

Le programme indiqué par mes collègues me paraît, en outre, présenter de très graves inconvénients que j'ai indiqués dans le rapport, et qui suffisent à mon avis pour faire rejeter absolument ce modèle de barrage.

Il m'est impossible d'assumer la responsabilité de conseiller au Gouvernement d'entreprendre la construction d'un barrage de ce type, car ce serait trop